Ordnance Knowledge

兵器知识®

1
2012

伊朗：下一个利比亚？ / 关于飞机弹射救生系统 / 古船型的回归？ / 用6升油能“跑”多远？



神兵天将
Aerospace

邮发代号 2-278 / 定价 10元
ISSN 1000-4912

摄影 / 刘逢安

www.zazhihui.cc

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM



8月29日，美国奥什科什公司向加拿大陆军交付了一辆新型轮式战术装甲巡逻车，加拿大国防部将按照加拿大战术装甲巡逻车项目对该车进行机动性、生存能力和武器测试。这款新型战车是该公司以其防雷反伏击全地形车平台为基础建造的。加拿大陆军将利用战术装甲巡逻车取代现役RG-31防雷车和“小狼”（Coyote）轮式轻型装甲车。他们计划首先采购500辆，另外还有可能继续加购100辆。



潜艇出航
China Submarine Voyage

摄影 / 王松岐
[彩页编码 0153]



获得更多兵器知识最新期次请访问 杂志惠 http://www.zazhihui.cc/



苏联PT-76轻型水陆坦克

Soviet PT-76 Light Amphibious Tank

[彩页编码 0154]

1、炮口制退器
2、抽烟装置
3、76.2毫米24
4、挡浪板
5、牵引／吊运
6、前照灯
7、前照灯
8、喇叭
9、驾驶员
10、驾驶员潜望

PT-76轻型水陆坦克，是苏联二次大战后研制的一种轻型两栖装甲车辆，1950年装备其陆军和海军陆战队，主要用于侦察、警戒和指挥，也可作为登陆部队夺取滩头阵地时的火力支援。PT-76水陆坦克曾参加了越南战争、中东战争、印巴战争等，是一款性能良好的轻型坦克。

战斗全重／14000千克
车长(炮向前)／7.625米
车体长／6.910米
车宽／3.140米
车高／2.2米
公路最大速度／44千米/小时
水上最大速度／10千米/小时



9.

倍口径D–56T型火炮身管

钩

镜

11、驾驶员了望口护盾
12、驾驶员舱盖
13、探照灯
14、并列机枪
15、防雨防尘罩
16、炮手
17、瞄准具
18、车长(也履行装填手的职责)
19、炮手舱口
20、车长舱口

21、车长潜望镜
22、定位／导航灯
23、排气管
24、副油箱
25、喷水推进器进水口
26、挡泥／浪板
27、诱导轮
28、负重轮
29、主动轮
30、360毫米宽的履带



10月14日上午，2011中国国际通用航空大会在陕西蒲城举行飞行表演时，发生一起坠机事故。中国试飞院“飞豹”歼击轰炸机814号原型机在进行低空表演时失控坠地。根据现场目击，该机后舱飞行员弹射成功，安全着陆，但是前座飞行员未进行弹射，最后遇难。根据目前的资料汇总，牺牲的飞行员是试飞员余锦旺。本期就弹射救生系统问题采访了相关专家，详见正文。



11.



【 U.S Joint Light Tactical Vehicle 】

（详见正文） 供稿/金 金











［美国LCS-3“沃斯堡”号濒海战斗舰］

USS Fort Worth（LCS-3）Littoral Combat Ship

[彩页编码 0158]

［德国“黄鼠狼”步兵战车］
German Marder IFV in Military Exercise

[彩页编码 0159]

德军近年有诸多针对现代战阵的新举措，包括取消了义务兵役制等重大变革。图为2011年9月28日，德国国防军演习，一辆“黄鼠狼”步兵战车和步兵正在进行实弹射击训练。



EDITOR´S LETTER

卷首语

有人说，核武器的威力在于发射之前，而不在于按下核按钮之后。然而在国际政治角力场，核武器却已成为一些非核国家梦寐以求的平衡砝码。核武的诡异就在于，因为莫须有就可以发动一场战争；但是当它实实在在摆在面前的时候，高高举起的战刀却只能缓缓落下。

伊朗的核问题，很可能构成波斯湾爆发冲突的导火索，而起因就是国际原子能机构在2011年11月8日公布的伊朗核问题报告。这份报告指出，伊朗正在寻求获得核武器的生产技术，而且正在准备进行核试验以及相关测试手段来完善核武器的制造技术。按照一般人的理解，国际原子能机构提出的这份报告应该具有相当的权威性。但实际上当我们打开这份PDF文件，就会发现里面充斥着宫廷政治般的窃窃私语和阴谋诡计。全文引用的消息来源，几乎全部没有确切的出处，而统统以"来自某些成员国的信息显示"代替。

窃窃私语与步步惊心

Iran nuclear crisis



国际原子能机构一共有151个成员国，埃塞俄比亚是不可能给国际原子能机构提供伊朗核问题的信息。联系到现在西方世界对伊朗的围堵，报告里面的"某些成员国"几乎已呼之欲出。通过这些真真假假的信息，绞索已经套在伊朗头上。现代的局部战争首先是舆论战。过去战争的受打击一方，往往能获得国际社会同情，但是现在战争的发动者，却首先要在道义上将被打击一方置之死地，通过单向不透明的情报信息来向国际证明自己发动战争的合理与正义。而被攻击的一方不但得不到同情，反而成为人人喊打的对象。打你要打得有理、挨打要有挨打的觉悟，这已经成为现代国际社会的一道奇景。

舆论战的基础并不在于媒体，而在于庞大复杂的现代情报侦察体系，在于将九十九句谎言和一句真话相混合的情报误导技巧。要达到这种程度，普通媒体记者是干不了的，那些情报部门中以阴谋为职业的老特工才是专家。

虽然战争机器没启动，但暗杀、爆炸、网络攻击已成为伊朗核危机的关键词。12日伊朗革命卫队一处军火库爆炸，至少36名卫队人员丧生，"导弹之王"哈桑·穆加达姆也被炸身亡；14日伊朗国防计算机系统遭到"超级病毒"感染，这是针对伊朗的第三次大规模网络攻击；沙特15日向联合国提交草案，谴责伊朗试图暗杀沙特驻美大使。步步惊心曲折之处比战争有过之无不及。

当年克林顿推动巴以和谈，标志着美国全面掌控中东过程中的一个顶峰。相对于东亚的中国存在、欧洲的大国林立、美洲的与世无争、非洲的战乱贫瘠、大洋洲的超然事外，中东的交通及能源地位，成为美国展示实力的重要地区。在中东出现核武器对手，不啻意味着美国中东战略的崩塌。因此，美国刚打击利比亚后就使出各种手段来遏制伊朗，甚至准备发动代理人战争。

然而帝国的故事总有低谷甚至是终结之时。无数的专家和学者在论证美国是否在衰落，但伊朗核危机却极可能成为美国超级大国威权解体的序幕。这确是一个最好的时代，也是最糟的时代。

19.

创刊时间:1979年9月
主　　管:中国科学技术协会
主　　办:中国兵工学会
编辑出版:《兵器知识》杂志社
　　　　北京2431信箱/100089
编委会主任:马之庚
编委会常务副主任:王德臣
编　　委:(以姓氏笔划为序)

王旭东　王松岐　卞荣宣　冯益柏　乔天富
乔松楼　朱宝鎏　朱荣昌　孙乃祥　孙亚力
刘逢安　刘　铭　曲爱国　张召忠　张和之
杜文龙　李　杰　李文盛　李立方　吴苏琳
宋宜昌　陆文至　卓穗如　杨娟娟　周　莉
赵卫忠　赵小卓　赵秀兰　赵延成　郑　斌
郑　剑　郑　明　姜永伟　侯建军　唐　剑
凌　翔　梁学贵　葛立德　谭月东　谭　超

社　　长:邓少生
主　　编:瞿雁冰
发行部主任:刘繁敏
副 主 编:熊　伟
执行主编:严晓峰
美术编辑:祝　翠　谢祎莎
编辑出版部:(010) 68962715
　　　　bqzs@cn-bgxh. cn
发 行 部:(010) 68962721
邮购咨询:(010) 68962716
　　　　ggfxb@cn-bgxh. cn
广告招商:(010) 68962723

法律顾问:北京市证泰律师事务所
　　　　赵曾海　王存斌
印　　刷:北京盛通印刷股份有限公司
总发行处:北京市报刊发行局
国外总发行:中国国际图书贸易总公司
国外代号:M380
邮发代号:2-278
广告经营许可证:京海工商广字第8183号
统一刊号: ISSN1000- 4912
　　　　CN11- 1470/TJ
定　　价:10.00元

破损杂志调换,请直接与印刷厂联络:北京经济技术开发区兴盛街11号　北京盛通印刷股份有限公司业务部
邮编:100176
电话:(010)67887676　　联系人:余成

本刊图片及文字未经有关之版权所有人书面批准,一概不得以任何形式、方法转载或使用。

CPST.NET.CN 中国公众科技网　本刊官方网络合作媒体
sina新浪网 sina.com.cn　本刊首要网络合作伙伴

CONTENTS 目录

2012年1期 总第332期
2012年1月1日出版

旁观者
东　翼 15 伊朗:下一个利比亚?

专家沙龙
蓝　白 18 战略核潜艇发展分歧

专　访
秦　蓁 22 关于飞机弹射救生系统

[专　题]
东方星 30 交会对接:1+ 1= 1
王继新 姜　伟 34 [天宫的铠甲]空间站面临的威胁及防护
张　蕊 张浚乾 38 [国外空间站]发展及军事应用
张浚乾 42 [大闹天空的天宫]美苏空间站军事潜力

展览会
张宝鑫 26 第12届迪拜航展

武器装备
西言早 45 [爱琴海幽灵]土尔其“岛”级轻型反潜护卫舰
希　弦 48 [大祸不必临头]美军头盔发展小史
吴志成 51 美国“联合轻型战术车”再露端倪
张　强 56 兵器也卡通

非常战
函　雨 62 蟒蛇行动

四王府　争+鸣
王　瑾 60 主动防御系统要/不要的理由?

知识园地
李红军 66 古船型的回归?
傅前哨 刘　伟 69 用6升油能“跑”多远?

人　物
李佳威 72 苏联枪械大师斯捷奇金和他的秘密武器

口述历史
林儒生 75 “红旗”5号导弹的故事

风格兵器
祝　翠 79 战术遥控空中弹药

5 彩图吧
12 THIS MONTH
82 车道沟10号

摄影/刘逢安　封　面　“道尔”M1防空导弹武器系统
封　二　新型轮式战术装甲巡逻车
摄影/陈　松　封　三　“枭龙”挂载的SD-10空空导弹
封　底　韩美联合军事演习
摄影/王松岐　插页一　潜艇出航
插页二　苏联PT-76轻型水陆坦克
摄影/吴苏琳　活　页　国产新型远程火箭炮部队实弹射击

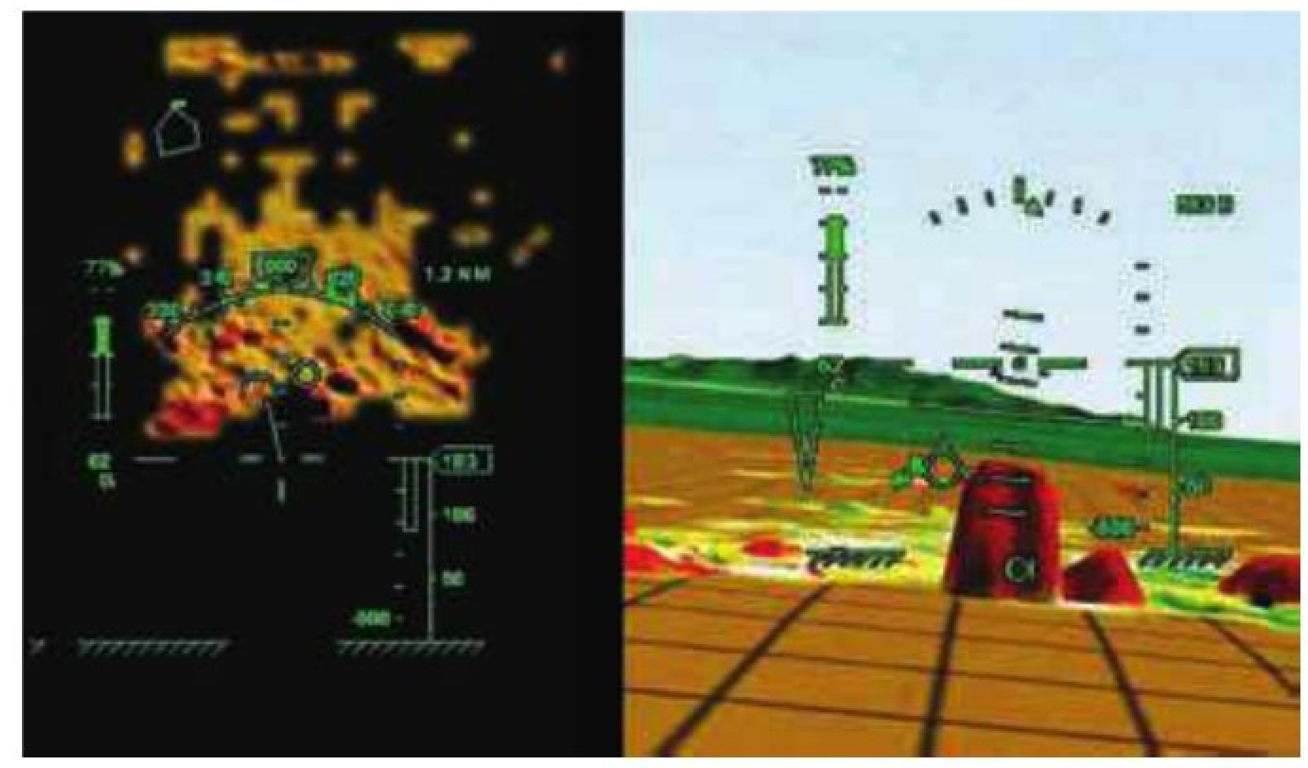


英国新型模块化多用途炮弹

BAE系统公司全球作战系统弹药分部正在研发新型155毫米模块化多用途炮弹，弹体采用通用设计，可携载多种有效载荷，构成不同的弹种以满足各种作战需求，如榴弹、子母弹、照明弹、发烟弹等。新型炮弹弹体由普通钢制成，弹底和顶部由铝合金制成。由于采用了模块化和通用化设计，可以缩短新炮弹的研制、鉴定周期，降低研制、鉴定及生产的成本。公司将很快对新型模块化多用途炮弹开展试验工作。

美国提升直升机降落安全性

美国将采用英国BAE系统公司的“视线受阻辅助着陆系统”(BLAST)解决直升机在降落过程中的视线受阻问题。BLAST系统生产型重量仅4.5~6.8千克，其工作原理是利用毫米波雷达传感器对着陆区域进行实时扫描，周围地貌和障碍物以图形方式显示在座舱显示器、平显或头盔显示器上，为飞行员提供态势感知和障碍物告警。毫米波雷达传感器直径178毫米，来源于MBDA公司“硫磺石”导弹的导引头，工作波段为94吉赫兹，安装在直升机鼻锥位置。包括支撑结构和配线在内，整套BLAST系统的重量为13.6~15.9千克，可装备CH-47、CH-53和V-22等运输机，以及AH-6“小鸟”等轻型直升机。BAE系统公司计划在2013年开始小批量生产BLAST系统，率先装备现役及新生产的战场搜救直升机和特种作战直升机。



THIS MONTH 兵器新品廊

法国“图拉真”155毫米牵引榴弹炮

“图拉真”(Trajan)155毫米牵引榴弹炮由法国奈克斯特系统公司研制，主要目的是满足出口市场的潜在需求，尤其是印度。该炮战斗全重约13吨，采用TR1式155毫米牵引榴弹炮炮架，最大射速6发/分钟，发射全膛增程弹时最大射程42千米，发射火箭增程弹时最大射程超过55千米。装有辅助动力装置，可以加快部署速度、减轻炮手工作强度，还能自行完成阵地转移，在160秒内撤出战斗，以躲避反炮兵火力威胁。配有“恺撒”车载炮的整套计算机火控、导航系统和炮口初速雷达。装有快速装弹机构，不仅实现了自动瞄准，而且提高了射击精度。目前，奈克斯特系统公司已推出了首门“图拉真”样炮，计划2011年年底进行射击试验。



瑞典RBS-70NG新一代防空导弹系统

RBS-70NG由萨伯公司研制，是RBS-70系列防空导弹系统的最新产品。相比于先期型号，RBS-70NG系统的主要改进是采用了新型热成像瞄准系统，可全天候、全天时执行作战任务，克服了先前系列产品BORC热成像瞄准系统只能在夜间晴朗天气条件下使用的缺点。系统具有三维目标指示和自动目标跟踪能力，实现了自动发射，不仅放宽了对射手的要求，而且提高了导弹的精度，同时也保留了先前型号中锁定目标直至命中的“人在回路”操控能力。系统仍采用激光驾束制导“火流星”导弹，抗干扰能力强，最大射程超过8 000米。



以色列“乌齐”Pro冲锋枪

“乌齐”Pro冲锋枪由以色列武器工业公司研制，是“乌齐”系列的最新产品。握把及可折叠式枪托采用先进聚合物制成，重量轻、结构紧凑，非常适用于近距离作战。采用闭膛待击射击方式，枪管上集成有跳角补偿器，射击精度高。配有四条一体式皮卡汀尼导轨，可安装光学瞄准具和其它附件。采用三种保险方式，即手动保险、握把保险和击针保险。可快速安装消音器，适合现代警察或从事秘密活动的安全人员使用。其设计人机工效好，左右手均可操作，使用极为方便。



以色列MSR-3000便携式卫星通信系统

MSR-3000系统由埃尔比特系统公司专为特种部队研制，通过将军用宽带卫星通信所需的所有部件集成到一个体积紧凑的便携式模块中，实现了快速部署，适用于紧急情况和战场通信。该系统包含户外天线组件和加固MIL-STD基带组件，具有传输带宽大、卫星资源占用率低的优点，可在任何气候和环境条件下建立可靠的通信链接；既可以人工操作，也可以自动工作。



印度接收并增购米-17-V5直升机



2011年11月初，俄罗斯直升机公司旗下的喀山直升机公司制造的首架米-17-V5正式交付印度空军。印度空军于2008年12月订购了80架米-17-V5，采购费13.4亿美元。11月13日，印度军方的消息人士透露，他们计划再向俄罗斯增购59架，耗资约10亿美元。米-17-V5是米-17系列直升机的最新型号，配备KNEI-8航电系统，克里莫夫VK-2500发动机，加强了减速箱以进一步提升飞行高度，满足高海拔地区的作战需求。其最大起飞重量13吨，可运输37名士兵或4吨物资，外部可吊运4.5吨货物，主要任务是向3 700~5 300米高海拔地区运送武器弹药和给养。

巴基斯坦试射巡航导弹

2011年10月28日，巴基斯坦军队成功试射新型"哈塔夫"7陆基巡航导弹，并在试验中首次使用了新型三联装发射器。"哈塔夫"7是巴基斯坦自主研发的具有核运载能力的巡航导弹，采用惯性制导辅助地形匹配，长约7米。动力装置为涡扇发动机，可以亚音速低空飞行，最大飞行速度约880千米/小时，最大射程为700~1 000千米，可覆盖印度全境。现阶段，"哈塔夫"7主要从地面机动平台发射，未来还将装备F-16、"幻影"等飞机，以及182级攻击潜艇和"塔里克"护卫舰等海军平台。



日本正式启动F-X战斗机项目

为了取代老旧的F-4EJ战斗机，日本于2006年启动了F-X新一代战斗机选型项目。最初预定2008年春季以前决定机型，2008年度开始引进。当时日本看中了F-22及F-35，但美国禁止出口F-22，F-35研发进度缓慢，因此F-X的选型工作被迫推迟。2011年4月13日，日本防务省向多家厂商发布了招标书，正式启动F-X战斗机项目竞标。随后，波音公司的F/A-18E/F"超级大黄蜂"改型、洛马公司的F-35"闪电"Ⅱ和欧洲战斗机公司的"台风"，三种候选机型参加了竞标。2011年10月下旬，"台风"被淘汰出局，F-35和F/A-18E/F改型成功进入下一轮。按计划，日本最终将采购40架新型F-X战斗机，总经费约40亿美元，2017年开始交付。



韩国展示K-FX战斗机概念座舱

在2011年首尔航展期间，三星-泰勒斯公司展示了一种称为"下一代飞机显示"的战斗机座舱，并展出了演示座舱。座舱显示画面为一架带有鸭翼和外倾双垂尾的战斗机，因此外界认为，这是韩国为本国K-FX第五代战斗机开发的概念座舱。为提升空军作战能力，韩国军方将投入8.2万亿韩元（约合501亿人民币）采购60架下一代战机，目前正在考虑四种机型：波音公司F-15SE、洛马公司F-35、欧洲"台风"，以及苏霍伊公司的T-50。



伊朗即将装备"征服者"级潜艇

"征服者"(Fateh)级潜艇由伊朗国内自主研发，是伊朗海军最先进的国产潜艇。该级潜艇排水量600吨，属中型潜艇；最大下潜深度约200米，续航力约5周；可装备鱼雷和水雷等武器，主要将用于在沿海海域执行任务。2011年8月，四艘国产"加迪尔"(Ghadir)级微型潜艇服役，它们排水量120吨，能长时间在沿海海域执行防御及攻击任务。目前，伊朗共装备约15艘潜艇，其中最具威胁的是从俄罗斯引进的3艘"基洛"级，最大下潜深度300米，水下排水量3 000吨。



日本向印度出口US-2水上飞机



2011年初，印度向全球市场招标采购水上飞机。当时外界认为其将从加拿大庞巴迪公司的CL-415，俄罗斯别里也夫设计局的别-200，以及道尼尔公司的水上飞机中选择，但印度最终选择了日本新明和工业公司的US-2水上飞机。US-2的设计基于US-1，飞行高度几乎是US-1的两倍，达到6 100米；飞行速度由原来的490千米/小时提高到555千米小时；最大航程由原来的3 800千米增加到4 600千米。其水上滑跑起飞距离由735米减少到460米，水上降落最短距离减至220米（载重36吨）。即使出现3米高的巨浪，它也能够在水面上起降。与其它国家的水上飞机相比，US-2有相当大的优势。例如CL-415的起飞距离为814米（载重约18吨），降落距离为665米；别-200的起飞距离为1 400米，降落距离为800米。印度空军计划将该批水上飞机部署在安达曼-尼科巴群岛海域，他们在这附近与孟加拉国有海域主权争议。







美国研究无人操控有人车

BAE系统公司开发了称为“地面自主基准组件”（LARK）的模块，能够让现有的有人驾驶车辆拥有无人自主控制能力，适用于各种军用及民用车辆。LARK模块大小类似鞋盒，内装处理动力与算法的“脑盒”、可定制的传感器组件、操控人员接口设备和自适应安全系统等。该系统的特点是：安装新型模块后，载车具有多级自主能力，既可以遥控操作，也可以按照预定路线的航路点导航，还可以保留传统的有人驾驶模式。目前，LARK模块已经应用到多型车辆上。

随着世界各国日益重视士兵的生命，以及在非接触状态下展开军事行动，促进了无人装备的快速发展。它可以完成许多有人驾驶装备无法完成的作战任务，比如超长时间的持续作战任务，不受生理极限的限制。但无人装备也存在缺点：作战灵活性差，处理突发事件的能力差；现阶段的智能水平有限，很大程度上依赖控制中心；搭载系统复杂，出现故障时本身无法排除或尽快调整；识别伪装目标的能力差。

为此，世界各国纷纷开展可选择操控模式的装备，既包括地面车辆，也包括空中平台。美国波音公司基于特种作战的MD530F/AH-6直升机研发了“无人小鸟”可选驾驶直升机，通过加装一套净重约16千克的组件将有人机无人化，既可以有人驾驶，也可以用作无人机，执行战场补给、通信中继、侦察监视及武装打击等任务。诺思罗普·格鲁曼公司正在开发“火鸟”可选有人驾驶飞机，无人模式下能连续飞行40小时。







美国“鹰眼”105毫米软后坐榴弹炮

该炮由美国曼都斯公司研制，在2011年10月举行的美国陆军协会年会暨装备展上首次对外公开展示。采用软后坐技术的榴弹炮比常规榴弹炮轻得多。例如，“鹰眼”的样炮将配装制式M102式105毫米榴弹炮的M137A1式26.6倍口径火炮身管，总重仅998千克，发射制式榴弹的最大射程为11.5千米，发射火箭增程弹的射程为16.7千米。与之相比，美国陆军现役M119A1榴弹炮重1 936千克，发射火箭增程弹的最大射程也不过17.1千米。

软后坐发射，也称为非待发射状态击发（FOOB），早在20世纪初由法国工程师率先对其进行了试验。软后坐射击循环过程是：后坐部分首先通过卡笋固定在后坐中部位置，缓冲充氮复进机的压力；启动发射杆或开关后，卡笋松开，后坐部分向前运动，其进程和速度由传感器监控；在后坐部分达到预设速度的瞬间点燃底火药；射击中所产生的后坐力首先抑制炮管和炮尾的初始向前运动，然后再反向运动，减小传递给炮架的后坐力；其余后坐能量可使后坐部分自动返回至预先击发位置，准备装填下一发弹。软后坐火炮的耳轴拉力能减小75%，因此大大提高了稳定性，以至使大架和驻锄都不必要了，在360°方向射界和整个高低射界内都可以高射速发射。而且炮尾后无任何限制，对自行火炮尤其有利。

美国第一种采用软后坐发射技术的概念验证炮是由M101改进而成的M204，1957年测试，1971~1978年定型，重1 814千克。但此时美军已经装备了重1 470千克、采用常规反后坐装置的M102式105毫米榴弹炮，所以M204仅生产了6门。然而M102在作战中表现并不出色。随后美国开展了155毫米软后坐榴弹炮项目，研制了两种155毫米试验样炮，分别为33倍口径和26倍口径身管。但1997年陆军启动了FCS项目，其中没有考虑牵引火炮方案，软后坐发射技术再次被搁置。



[文章编码0101]

伊朗：下一个利比亚？

主持人/东　翼　观察家/宋　涛



不止一次看过这样的外国电影，一个或一群警察，以“替天行道”的名义，私自处决了罪犯。以警察的名义，私分了赃款。以执法的名义滥杀无辜。理由呢？只有一个，我是警察。在国际上也有一个或一群自封的警察，动辄以别人私藏危险武器为名大开杀戒，打着“遵守联合国决议”的名义欺世盗名，把执行“禁飞区”变成赤裸裸的轰炸。如果说，一国之内的警察有权利，还是因为这个国家法律的授权，腐败警察毕竟是少数。那么，作为完全平等的国际社会成员，使用武力攻击他国的行为是什么呢？只有一个解释：黑社会。顺我者昌，逆我者亡。看你顺眼听话，赏你口饭吃，看你叫板找事，就灭了你。这不，刚收拾完利比亚，“黑社会”又盯上了伊朗，当然，这不是刚结上的梁子，新仇旧恨已经积压许久了。

最近一段时间，早已是国际舞台上保留剧目的伊朗核问题再起波澜。英国和俄罗斯媒体纷纷披露，美国总统奥巴马正在考虑对伊朗核设施的“最终处理方案”，其中武力打击成为最热门的选项之一。

自从霍梅尼革命之后，伊朗就一直在国际社会中不断制造话题，最近的话题毫无疑问就是核设施。自从2002年揭露秘密建造了两座核设施以来，伊朗核问题就从来没有离开过人们的视线。2003年伊拉克战争之后，美国忍无可忍要对伊朗动手的传闻一度尘嚣甚上，海湾气氛空前紧张。尤其是2005年内贾德当选总统以来，核问题更是被他作为一张重要的王牌，屡屡在关键时刻打出。2007年，伊朗甚至还拿美国的“小兄弟”英国示威，以“非法进入领海”为由扣押了15名英国水兵，以显示对西方强硬的态度。但综合各方面因素，美伊之间最终还是没有发生冲突。

那么，在伊朗核问题的第九个年头，动武的传闻为何又一次被言之凿凿地提出来？如果真的动武，会是怎样一副局面？

不能否认伊朗有发展核武器的动机。但美国也应该反思世界上一些国家反美的真正原因。过分的偏袒某一国家，赤裸裸的煽动分裂和动乱，对中东石油的垂涎，都是这些国家反美的原因。

风波再起为哪般

伊朗核问题再一次被推到风口浪尖上的原因是来自国际原子能机构(IAEA)的一份报告。这份报告是关于伊朗核计划的具体信息，据称其中包括了涉及伊朗革命卫队借助电脑模拟核弹头的细节。

尽管此前美国和欧洲多次指责伊朗核设施被用于军事目的，但伊朗方面从来不承认，国际社会也一直没有直接的证据。如果这次IAEA拿出确凿的证据证明伊朗确实在进行核武器的研究，伊朗必将陷入被动局面，国际舆论也将对伊朗更为不利。

那么，IAEA的信息是从哪里来的？据《卫报》援引IAEA的话说，新披露的伊朗核计划细节主要来自于美国中央情报局的“非常规渠道”，后者多年来一直与活跃在伊朗国内外的“人民圣战者”组织保持合作，该组织能够渗透到由伊朗革命卫队严密看管的铀转化设施内提取土壤样本乃至拍摄照片。据悉，IAEA掌握了革命卫队所属帕尔钦基地内的核开发车间的“蛛丝马迹”，据消息人士透露，在帕尔钦的地下铀转化设施里，正在加紧生产可用于核反应堆或核武器的浓缩铀。同时，IAEA的报告还将指控伊朗科学家在帕尔钦基地设计出“简易原子弹”的模型。但伊朗官方始终坚称，他们一心只想生产核燃料，关于帕尔钦基地的“核传闻”纯属捏造。

另据俄罗斯《消息报》报道，通过策反一系列伊朗核科学专家，美国和以色列政府声称有足够证据表明伊朗核武器计划是由革命卫队资助开展的，特别是巴基斯坦科学家卡迪尔-汗公开承认自己向伊朗走私了核技术(包括离心机图纸)，其在伊朗的联系人就是革命卫队战略研究与核技术中心主任穆罕默德·伊斯拉米博士，该中心成立于1983年，现有约400名核专家和工程师。主要成员都来自德黑兰大学物理专业和马利克·阿什塔尔工业大学。

近年来，伊朗在核问题上的不断反复早已让西方国家难以忍受，伊朗总统内贾德在国际问题上经常“大放厥词”更让以色列等国感到愤怒。对伊朗动武的念头其实已经在西方国家的心中盘旋已久，这次IAEA的报告将很有可能提供一个很好的借口。

但下一步究竟如何发展，还取决于很多因素。

伊朗能否自卫？

在国际社会“横行”这么久，以美国为首的西方国家居然一直没有真动手。这固然有多方面的考虑，但对伊朗的军事力量摸不透也是重要的一个因素。

巴列维时期，凭借石油收入以及与西方的良好关系，伊朗军事力量在中东地区一度可执牛耳。当

年的伊朗是除了美军之外，唯一拥有F-14战斗机的国家。但霍梅尼革命之后，由于和东西方关系全面恶化，除了走私渠道之外，伊朗武器进口基本断绝，本国军事工业又只具备有限的修造能力，坦克、飞机、军舰这样的大型武器基本上处于用一件少一件的地步。但两伊战争期间，伊朗用“人海战术”这种狂热的手段，有效弥补了武器装备上的不足，与得到东西方共同支持的伊拉克打了个不相上下。

进口来源受到限制也锻炼了伊朗的军事工业，其武器研发和生产能力不断提高。此外，两伊战争结束之后，伊朗逐渐缓和与苏联的关系，而到苏联解体之后，俄罗斯与伊朗的关系更是逐渐升温。在这个过程中，伊朗军事力量也得到了来自俄罗斯的帮助和补充，其中包括大量进口俄制武器，引进了T-72生产线，但更主要的是得到苏联和俄罗斯的技术支持。

正是在内外两方面因素共同作用下，伊朗在进入21世纪以后推出多种“自主研发”的新式武器，其中包括“佐勒菲卡尔”主战坦克、“闪电”战斗机、“贾马兰”号驱逐舰、“流星”系列弹道导弹等主战装备。

残酷的事实一再证明，靠和解、靠对话、相信和平和国际社会，并不能真正为小国、弱国带来安全。如同以色列那样，把自己武装到牙齿，尽量拥有可能拥有的武器，才是最重要的谈判筹码。

到今天，伊朗的军工体系已经是伊斯兰世界中最全面的，已经能够较完整地生产伊朗三军需要的武器装备，满足国家防务的要求。包括新型主战坦克、导弹快艇、常规火炮及各种战术导弹等装备在内，甚至连轻型舰艇、小型潜艇、战斗机、中近程弹道导弹也能实现成批生产。在2009年初，伊朗就成功地用国产运载火箭把本国制造的小型人造卫星送入了太空，成为伊斯兰世界中的第一个。在2006年的黎巴嫩冲突中，武装民兵使用伊朗制造的小型反舰导弹击伤了以色列的护卫舰。伊朗还自行研制了战斗机、喷气教练机和武装直升机，据称其还能生产高速鱼雷和驱逐舰。同时伊朗还大力发展高科技和光电技术，已有多型无人机、灵巧炸弹、导弹在阅兵式中亮相。



■伊朗的防空导弹技术落后，无法抵御先进飞机的空袭。而西方现在发动战争，多从大规模空袭开始

与海湾战争前的伊拉克相比，尽管伊朗在先进武器的数量上相差很远，但伊朗的自主研发和生产能力，却是当年的伊拉克所无法匹敌的。这就让西方国家对于伊朗的军事实力难以有准确的估计，也成为动武的重要顾虑之一。

怎么打，谁来打？

既然顾虑很多，如果真的要动武，怎么打就是一个很考验西方国家的问题。

从历史经验上来看，到目前为止对核设施仅有的两次成功攻击分别是1981年以色列空袭伊拉克“塔穆兹”核反应堆和2007年以色列空袭叙利亚核反应堆。由此可见，空袭必然是武力打击伊朗核设施的首选手段。在西方国家的武器库中，适合担任空袭任务的飞机有很多，比如美国的B-2隐形轰炸机。在南斯拉夫的实战表明，B-2能够悄无声息地穿越防空网，携带精确制导武器，打击关键点目标。再比如B-52轰炸机，它可以携带射程远达2 500千米的AGM-86巡航导弹，从伊朗国境之外对核设施发动攻击。还有以色列两次空袭它国核设施的明星武器：F-15和F-16。以色列的成功经验表明，只要组织得当、战术对路，这些非隐形飞机一样能深入别国领土，完成攻击任务。

冷战结束了，美国依然保有大量攻击性武器，还不厌其烦地年年发表别国的军力报告，让人想到周处“除四害”的故事。不受约束的、持有各种最现代化武器、永远站在“道德最高峰”的“国际警察”更可怕。在看别人“十恶不赦”的时候，没有想到自己才是最大的作恶者。

除了常规飞机的空袭之外，西方国家还能选择的手段包括巡航导弹和无人机。自从海湾战争以来，“战斧”巡航导弹已经成为美国对外动武的常备武器，几乎每次作战行动都是以大规模“战斧”袭击开始。但“战斧”的问题在于飞行高度太低、速度太慢，被拦截的可能性较大。尤其是面对伊朗这样一个国土面积广阔、防空体系较为完备的国家，成功率如何很难保证。而近年来的“明星武器”无人机，也面临和“战斧”一样的困难。除此之外，无人机还要面临如何在远距离和复杂电子环境下进行控制的问题。

除了空中打击，地面打击也是可能的选项之一。派出一支精干的特种部队分队，在伊朗国内反对派的帮助下，潜入

核设施直接摧毁，无疑是效果最好验证的办法。但一支小部队在伊朗国内潜行上千千米，这个难度实在是不小。加上1979年美国特种部队营救驻伊朗大使馆人质的“蓝光”行动失败案例在前，很难让人对这种方案鼓起信心。

这样看来，空袭显然是最有可能的选项。那么谁来动手？

说到“怀恨已久”的程度，美国显然是打击伊朗的最热心者。自从霍梅尼革命之后，伊朗就从来没给过美国好脸色，就算后来和俄罗斯修复关系，对美态度却强硬依旧。同时，伊朗还不断做出一些挑衅美国的举动，远的如1979年伊朗大学生占领美国大使馆，近的如2007年扣押英国水兵。可以说，美国人早就想“教训”一下伊朗。

但能不能真打，美国却不得不考虑再三。作为“世界警察”的美国，已经习惯于在全世界到处插手，但正因为美国人的无处不在，反而形成了“牵一发而动全身”的微妙局面。对伊朗实施打击，伊朗会有何反应？是否会发动报复性袭击？或者直接支持目前正席卷中东北非地区的伊斯兰宗教反对派势力，在国际关系上挑战美国？甚至可能对“基地”组织等恐怖主义势力提供实质性的支持？目前正为国内外困境心力交瘁的美国愿不愿意、能不能承受这些后果？谁也没底。

人们有时天真地相信，西方由于经济危机，由于其国内大多数“爱好和平”的百姓，而不会轻易发动战争。但西方骨子里是霸权主义的，是唯我独尊的。他们可以威胁任何国家，却容不得他国对其有哪怕一点点威胁。利比亚的例子证明了，哪怕财政捉襟见肘，西方在他们需要的时候，也会毫不犹豫地露出钢牙。

更不用说空袭行动本身也面临诸多不确定因素：如果使用隐身轰炸机，能不能保证完全躲过伊朗防空网的探测？在南斯拉夫已经砸碎了F-117的隐身光环，伊朗会不会成为B-2的滑铁卢？如果使用B-52，则面临和“战斧”一样的难题，成功率难保证、打击效果难评估。但如果使用F-15、F-16之类的非隐身飞机，意味着这些飞机必须深入伊朗本土，风险就更大，万一被击落，美国必然在国内外都陷入被动。

既然美国不好自己动手，以色列这个“小弟”自然进入人们的视线。以色列进行这一类打击有诸多先天优势：有史以来仅有的两次成功打击别国核设施的案例都是以色列空军创造的；以色列的空军基地离伊朗较近；以色列和伊朗之间关系一直很恶劣，同时，以



■用弹道导弹回击以色列，是伊朗为数不多的反击西方的手段之一



■伊朗军工产业有一定的配套能力，但水平依旧较低，技术东拼西凑。图为伊朗仿制自中国C802的反舰导弹

各方面利益顾虑较少，打起来也毫无心理负担。

以色列也会有一些不利因素的考虑：伊朗和以色列距离近固然对打击伊朗核设施有利，但伊朗反击起来，这也同样是对伊朗有利的因素；以色列国土面积较小，面临伊朗大面积弹道导弹报复时，承受能力将很成问题。更让以政府伤脑筋的是，以军无法把握空袭是否会造成核泄露的危险，一旦时机掌握不好，核反应堆爆炸产生的热风和高空气流会迅速将泄露的核粒子传向周边阿拉伯国家和美军基地，使整个中东地区陷入万劫不复的灾难之中。此外，对于伊朗的防空力量，以色列也同样难以把握其准确实力，空袭风险同样不小。

真能打起来么？

俄罗斯《独立军事评论》推测，一旦IAEA将伊朗核计划定性为军事目的，美国、英国、以色列乃至与伊朗敌视的海湾阿拉伯国家有可能采取强硬的军事姿态。但这个姿态会不会转变成实际行动，谁也无法定论。

虽然美、英、以乃至阿拉伯国家的军力叠加，在实际上具有压倒伊朗的优势，但出于全局考虑，各方对空袭伊朗依然顾虑重重。伊朗国土面积比伊拉克和阿富汗面积之合还要大，扎格罗斯山脉和库赫鲁德山脉掩护了伊朗大部分战略目标。最近十几年中，伊朗一直从近距离观察美军与阿富汗、伊拉克抵抗运动较量的手段，学会了怎样把自己的东西很好地藏起来。要想正确识别隐蔽得很好的伊朗核设施，对于以军来说是一件困难的事。前以色列国家安全委员会副主任伊塔玛尔·亚阿尔说：“那不是你在地图上标明目标，然后派几架F-15I战机就能解决的问题。”

再考虑到伊朗人在两伊战争期间表现出来的狂热，使人无法不担心打击后随之必将到来的报复和反击。这种反击会到什么程度、有多大范围，谁都不敢打包票。目前的伊朗局势，正应验了一个中国成语：投鼠忌器。但正如历史上的诸多重大事件一样，也许改变局面仅仅是一个看起来微不足道的小事情：比如说一件小事，或者某个人的一时头脑发热。

到底路会走向何方，我们只能拭目以待。

战略核潜艇发展分歧

[文章编码0102]

专家/东名 闻成
主持人/蓝白



▶俄“北风之神”级“尤里多尔戈鲁基”号的龟背已经平了，反映出水声技术的发展对潜艇威胁增大以及俄战略核潜艇观念的改变

龟背问题

龟背的目的很简单，就是又想装很长的导弹又想控制潜艇吨位，但这一想法却越来越没人采用。

东：先说说不用龟背行不行。如果装很长的导弹，又想把潜艇排水量降至最低，极端做法是把导弹发射井直接伸出耐压壳几米，远看就如潜艇上背着两排烟囱，这样做将导致巨大的湍流噪声，完全不可取，因此必须加导流罩把突出的导弹包络起来。那么如果不用龟背，就要把耐压壳的直径做得很大，以使导弹井突出耐压壳的部分很小，从而使导弹井上方的整流罩较低来达到潜艇线形平顺。

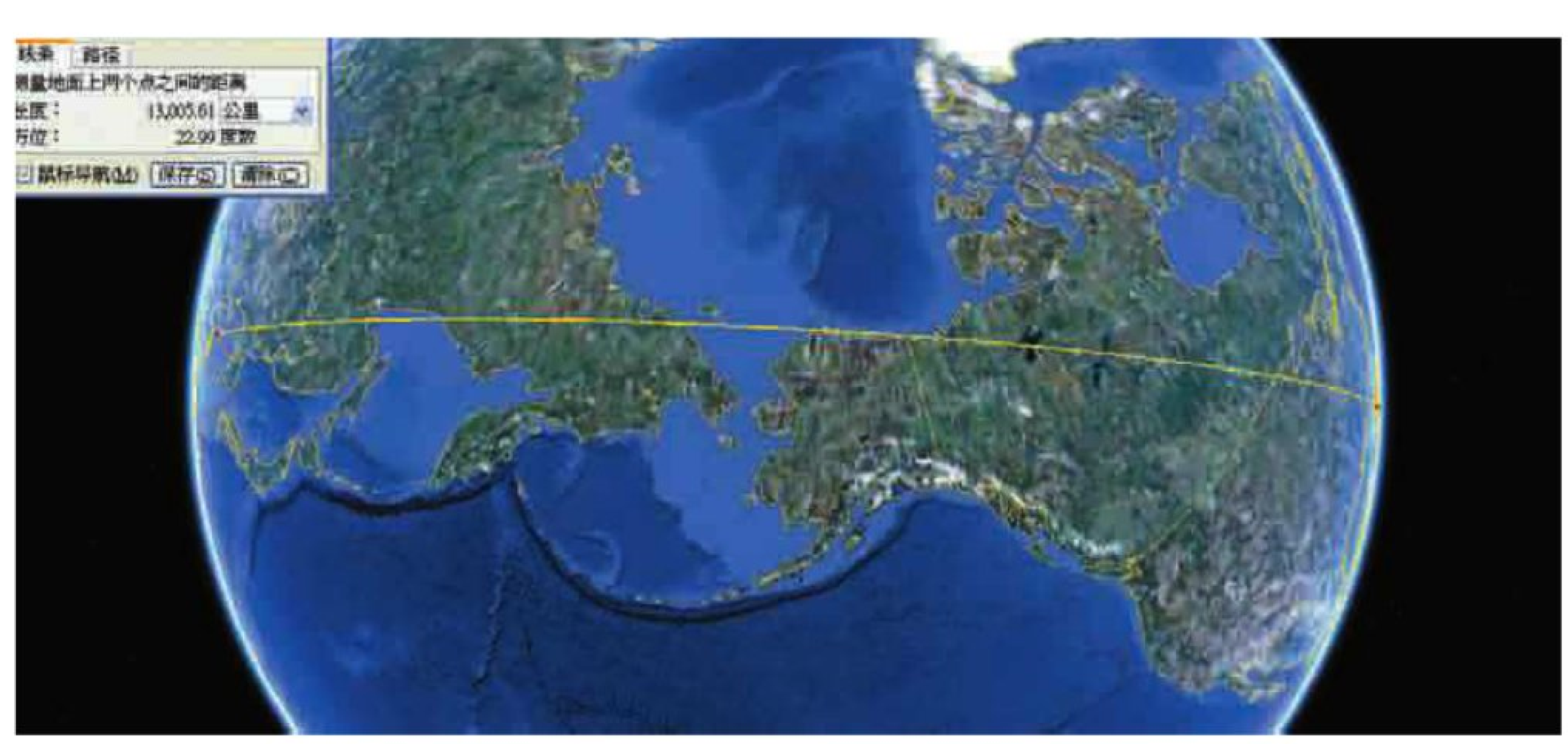
耐压壳直径做大要受一个国家加工能力限制。圆形的耐压壳是滚板机滚出来的。如果工业上没这个能力，理论上，用一段段弧状耐压壳壳板拼装也能做出来，但这样对焊接工艺要求严格。要每个焊缝密实，没有焊接缺陷，才能保证焊缝强度和实钢板一样，实际上很难做到，目前各国也没有这么做的。这种拼装大直径耐压壳的做法必然导致工时增加，工资成本增加，而且对每个焊缝的检验要花很多仪器设备。先要做焊接试件的强度试验。比如整艘潜艇沿长度分10个壳圈分段，每个壳圈分段沿圆环又分成5个弧状小段，那么每个小段都要进行焊接试验，就需5倍工作量。另外每个小段拼装成本很高，对接时要保证5个弧状小段组成的壳圈的真圆度。而如果是一体化的耐压壳，滚压机（滚板机）一般是上下各一个圆滚，比较容易保证壳圈的真圆度。所以，受加工能力限制，用拼装方法生产大直径耐压壳会导致工期拖长，比如原定两年一艘艇，很可能拖到三年四年，这是军事环境不允许的，战争期间的应急建造更不允许。

如果生产不了大直径耐压壳，又想装很长的导弹，就只能在现有的耐压壳上面加很高的非耐压整流罩。但为避免龟背的形成，可以把整流罩上部延长至全艇，也就是没有突出部分了，但这会导致潜艇吨位猛增，整流罩里全是水，成为“台风”级那样的“运水艇”。这样降低航速不说，也会引起额外的噪声。因为整流罩里有多少水就得配置多少排水孔。比如DⅣ级，其整流罩侧面设了众多排水孔，航行时整流罩里的水会在窗口处与外界海水发生横向流动，这会导致流体噪声。虽然有龟背的潜艇都会有这个问题，但存在水多水少的问题。如果把龟背拉平了（高度不变），整流罩就大了很多，里面的水量就远远增加，窗口内外水流横向流动噪声会大很多。

如果导弹上方的整流罩不用现在的开放式非耐压结构，而搞成高强度耐压结构，里面完全中空封闭，既减轻了重量，提高了航速，又避免了横向流动噪声问题，是否可行？

东：不太可行。首先，潜艇的上层建筑出现很大体量的中空，潜艇重心会降低，对操控性不利。另外这种做法在加工上很困难。如DⅣ级，导弹整流罩的上表面与侧表面是比较直的折线过渡，由于是轻外壳，容易加工。如果弄成与耐压壳强度一样的整流罩，钢板厚度会在七八厘米以上，如果加工成近似直角的状态，钢板内侧受压力外侧受拉力，很容易断裂，所以不可行。

上面说了安装大导弹而不用龟背的两种情况，问题都很突出。下面说采用龟背带来的问题。龟背会导致航速降低，但最根本的是流体噪声的增加。如DⅣ级，导弹整流



▶美国本土距黄海近大陆点最远的地方是佛罗里达的最南端，约13 000千米，这是考虑一切问题的前提，必须先够到13 000千米，才能再考虑当量、数量、突防等问题

罩前部与潜艇结合处几乎没做过渡。还有些采用龟背的战略核潜艇，整流罩前部做了很长的斜坡过渡，但这都无法消除流体噪声。真正能消除噪声的流线形，是指潜艇的外部曲线数学上连续可导，而这些艇的整流罩前后部斜坡过渡处都会形成拐点，都会形成噪声。

有些观点认为战略核潜艇主要是低速巡航，流体噪声影响不大。并非如此。战略核潜艇航渡阶段需要高速自不必说，在战备巡逻时速度也要15~16节而非8~10节，这个速度下流体噪声还是比较突出的。

苏联在80年代搞D级时，当时的水声探测技术使D级的龟背流体噪声问题还不突出。但在今天的西北太平洋反潜体系面前，再采用龟背就成为严重问题。

上述矛盾都是由装很长的导弹引起的，而导弹长度完全是为了射程。那么能否降低导弹长度但增加直径来保证导弹射程？战略核潜艇在高度上受限制，但在宽度和长度上还是有一定冗余度。

闻：这个理论上说行得通，但还要解决很多技术问题。对于液体导弹来讲，其燃烧过程中燃料舱会逐渐出现空间，液体燃料会出现晃动而导致弹体振动乃至共振。导弹直径越大，这种振动问题就越突出。对固体导弹来讲，不存在此问题，但固体燃料有的是做成星状的，导弹直径大到一定程度，燃烧压力就不够均匀了，生产时也麻烦。

导弹变矮后，质心下降，与尾喷口距离变近，对导弹调整姿态不利。发动机的微调需非常精确才行，否则容易造成导弹翻滚。

此外，各国战略核潜艇回码头检修时，导弹要连同内筒吊装出来，因为在艇上有些项目无法测试检修。比如要想对艇内的导弹推进剂的化学状态进行检测，就无法取样。另外有些电路接口在导弹侧面，在艇内发射筒中无法测试，因此需要在码头上吊出。固体潜射导弹在岸上库房存放时一般是平放，药柱长时间存放会出现变形或脱胶现象，需要定时吊起来换方向再平躺着存放。固体导弹如果增大直径，就会加剧这种药柱变形情况。还有，潜射导弹都是提前一二十年订货，不可能需要补充时现生产，都要有部分备份。也就是说服役的潜射导弹一般要多于服役的所有战略核潜艇的导弹井总数，那么这些备份导弹平时都在库房平放，都会有药柱变形问题。

有的战略导弹设计成把第2级发动机喷管埋到第1级里，这样能缩短长度。

闻：这种做法会增大设计、加工、检修的难度。有的设计虽行得通，但做出来难，即使做出来也不适于大规模生产。

导弹发射筒内盖自裂式硬凸膜由于向上突出，因此能给导弹长度再增加半米多空间。这种技术相对于扁平密封膜的研制难度在哪里？

闻：自裂式硬凸膜不算高技术，导弹因此而增加的这点长度对射程也没什么帮助。

如果各方面技术实在达不到，能否通过减少装载弹头数量即减少导弹负载来使较低矮的潜射导弹达到远射程？

闻："三叉戟"导弹就是通过改变弹头的排列方式，把弹头环绕在末助推发动机周围来缩短导弹长度。

目前战略导弹上核弹头的形状都是细圆锥状，是否还能变矮一些？

闻：圆锥高度变矮了，影响再入大气层时的速度。不过美国后来研究发现：如果圆锥太细，再入大气层时烧蚀主要集中在头部尖端，而圆锥适当变矮时，烧蚀会向弹头周边发散，对弹头最前端的烧蚀会减轻。

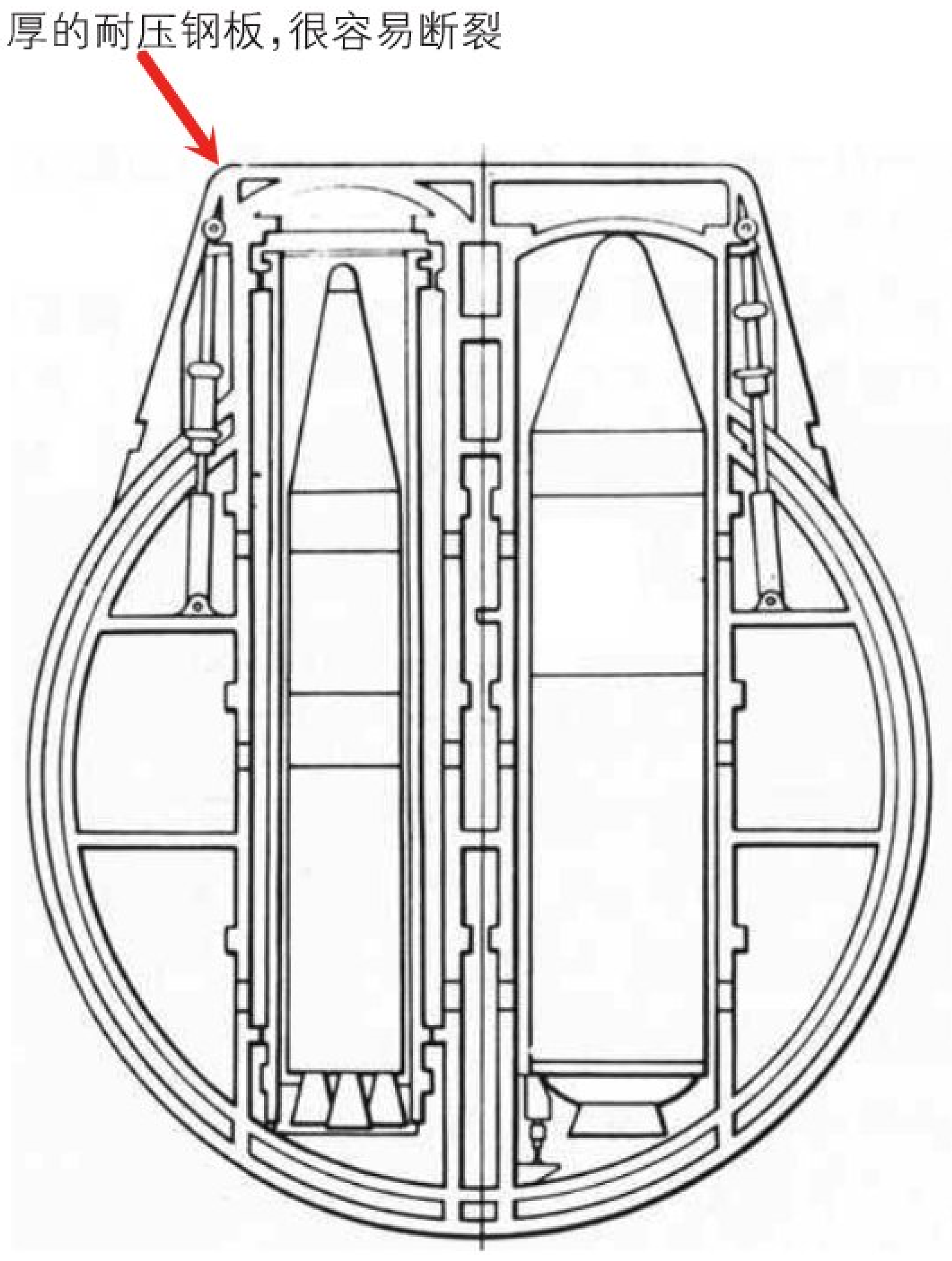
事实上，各国战略核潜艇和潜射导弹几乎没有从一开始就互相协调、完美组合的例子，都是互相扯后腿。经常是艇壳直径已经定了，导弹去迁就降高度。

现在俄有可能重新采用液体推进剂潜射导弹，如何看？

东：液体推进剂的安全性还是不如固体导弹。苏联在80年代曾发生过Y级核潜艇液体推进剂泄漏和海水反应燃烧而沉艇的事故。

闻：俄罗斯重新采用液体导弹不等于其它国家也要恢复液体导弹，因为俄罗斯液体推进剂技术储备雄厚，它当初跟随美国也搞固体导弹实际上是丢了自己的长处。俄罗斯液体战略导弹技术先进，比如其导弹内壁有一层高分子材料，可以把金属和高腐蚀性燃料隔绝开，库存8年没问题。所以一般概念上的液体导弹安全性差，战时准备时间长等，在目前的俄战略核潜艇上都不存在。俄罗斯不是不想装固体潜射导弹，但它的固体导弹至今不过关，只能转而选择液体导弹。SS-N-23液体导弹比SS-N-20固体

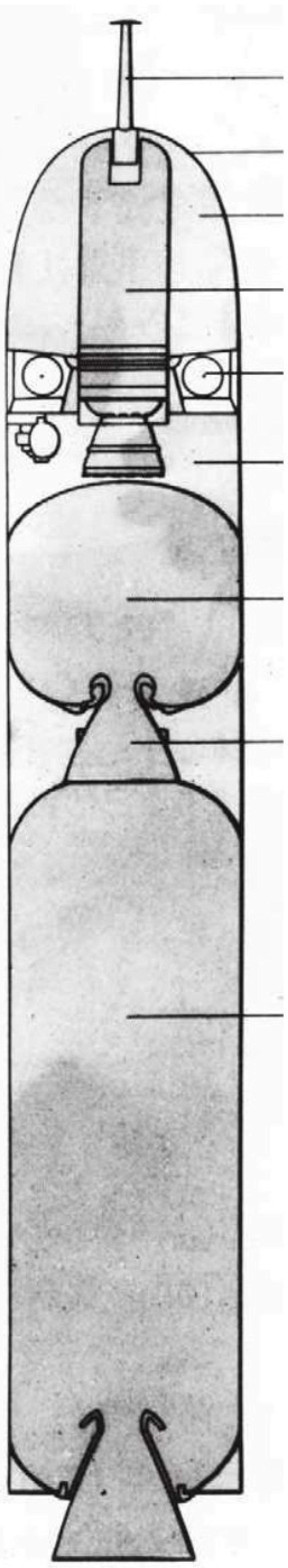
这个部位如果是七八厘米厚的耐压钢板，很容易断裂



►**法国M20导弹（左）和M4导弹（右），导弹舱整流罩是轻外壳，里面充满水，如果采用耐压壳，里面封闭中空，则厚钢板无法进行拐角处的加工（红箭头处）**



►**"俄亥俄"级导弹舱整流罩后部及拖曳阵线缆收放整流罩实际上也很突出，但与DⅣ的龟背高墙相比，其流体噪声和阻力就不算什么**



▶"三叉戟"Ⅱ D5导弹结构示意，导弹变短粗有可能保证射程不下降，但主要影响射程的因素还是推进剂技术水平

导弹体积更小，推重比却更大些。"北风之神"级原来计划装"快帆"固体导弹，这是擅长液体导弹的马卡耶夫设计局研制的，结果到1998年时发射三次都失败，于是潜射导弹的任务被交给了莫斯科热工，就产生了后来的"布拉瓦"固体导弹。但"布拉瓦"与"北风之神"级前两艘的艇体不匹配，因为"北风之神"是在"阿库拉"级攻击型核潜艇的已铺装龙骨上建造的，储备浮力不够，因此其16个发射筒上装了12枚"布拉瓦"。今年的消息是："北风之神"级可能要建20艘，以缩小和美国在潜基核力量上的差距。这样其后续艇可能会选择液体导弹，具体很可能是把SS-N-23缩短发展的后继型，即"蓝天2"RSM54。现在又有一型"大渡船"（音译"莱涅尔"）液体导弹，估计和"蓝天2"RSM54是一个东西。

"布拉瓦"固体导弹是在"白杨"M基础上改的。"白杨"M有效载荷才1.2吨，而"布拉瓦"比"白杨"M缩短了两米半，有资料称能装10个弹头，这是不可能的，充其量装6个。"轻舟"SS-N-23的载荷比"布拉瓦"要大一倍以上，优势很明显。所以战略核潜艇的发展是各方面折中的结果，如果只考虑导弹小、艇体流线形好、安静性好，导致每枚导弹只装一个弹头，战略意义也会大打折扣。俄罗斯重新选择液体导弹实际上还是不想让它一直占优势的液体导弹技术失传。马卡耶夫设计局就已经快给废了，它现在的工程人员都是55岁以上的，年轻人都跑到莫斯科热工搞固体导弹去了。

导弹数量

战略核潜艇的导弹数量从12到24的所有偶数应该都可以，但从来没哪个国家用过14、18、22枚。

闻：这里可能有保障系统的原因。在有些陆基导弹发射井的配置中，有的情况是一个发射点位有两个发射舱，每个发射舱又有两个发射室，每个发射室是一枚导弹。一个室有一套发射指挥系统，而一个点位有一套攻击保障系统，也就是两个舱共4枚导弹共用一套保障系统。虽然核大国考虑到生存性，不会将陆基导弹如此密集配置，但是在战略核潜艇上导弹高度集中布置的情况下，也有可能出现这种情况，从而导致导弹数量必须是4的倍数。

东：导弹到底装多少实际上没太多道理。里科弗搞美国第一艘战略核潜艇时把美国海军有实战经验的将领叫到一起，研究艇上装多少弹合适。讨论无果，最后给每人发张纸写下自己认为的数目，一统计绝大多数人写的都是16枚，就确定下来，之后几型艇也沿用这个数目。到"俄亥俄"级出现前，美国已经有了41艘战略核潜艇。但"拉斐特"级由于装载的导弹射程不够，必须前出到大西洋巡逻，风险较大不宜装太多导弹。而"俄亥俄"级的导弹射程可以在美国近海在海军保护下打击目标，风险小很多，可以多装些弹，如果增加2枚或4枚则提升意义不大，就直接上了24枚。实在讲，装12枚还是14枚，16枚还是18枚，区别不大，做这方面的理论推算我认为没意义。

但从12枚提高到14枚，战略报复能力就提升了16%，提高到16枚就提升了33%，这个意义并不小，而且增加两排导弹井（4枚），艇的长度不过增加7米，这对于一百四五十米长的战略潜艇来讲，长度不过增加5%，为何不这么做？

东：从12枚增加到16枚，在动力系统不变的情况下，要降低航速，原来最高24节，现在就可能变成22节。战略核潜艇的最高航速有限度要求，一般不能低于24~25节。

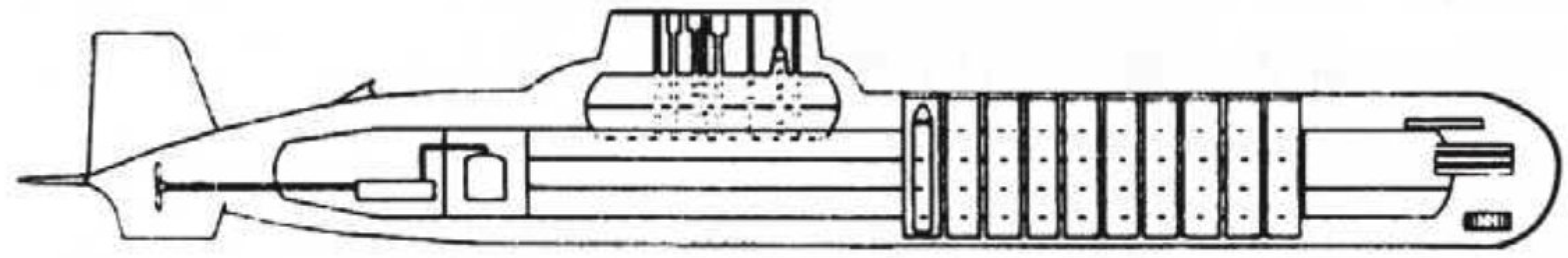
其它方面

有的战略核潜艇龟背处是窗式排水孔，前后部非耐压艇体上是纵逢式排水孔，这种布置组合的道理是什么？

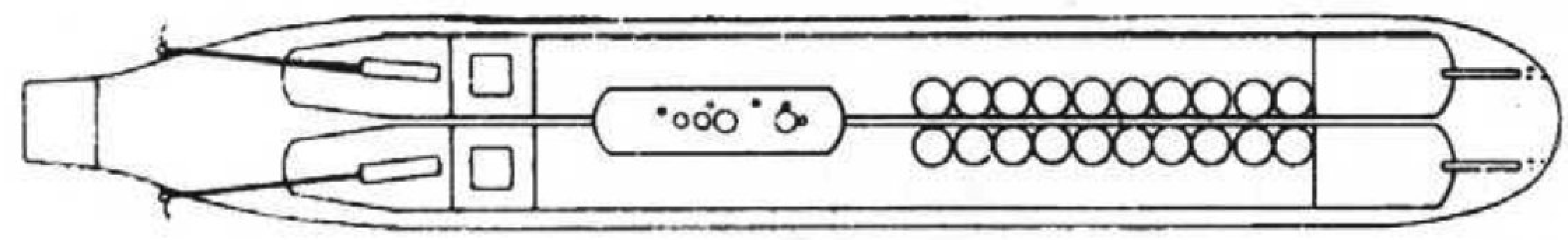
东：窗式排水孔是最早在潜艇上出现的排水孔形式，80年代出现了纵逢式。纵逢式排水孔不容易安装关闭机构。有些采用窗式排水孔的潜艇其每个窗口内都有关闭机构，利于航行时降低噪声和阻力。但这样做增加了机构复杂



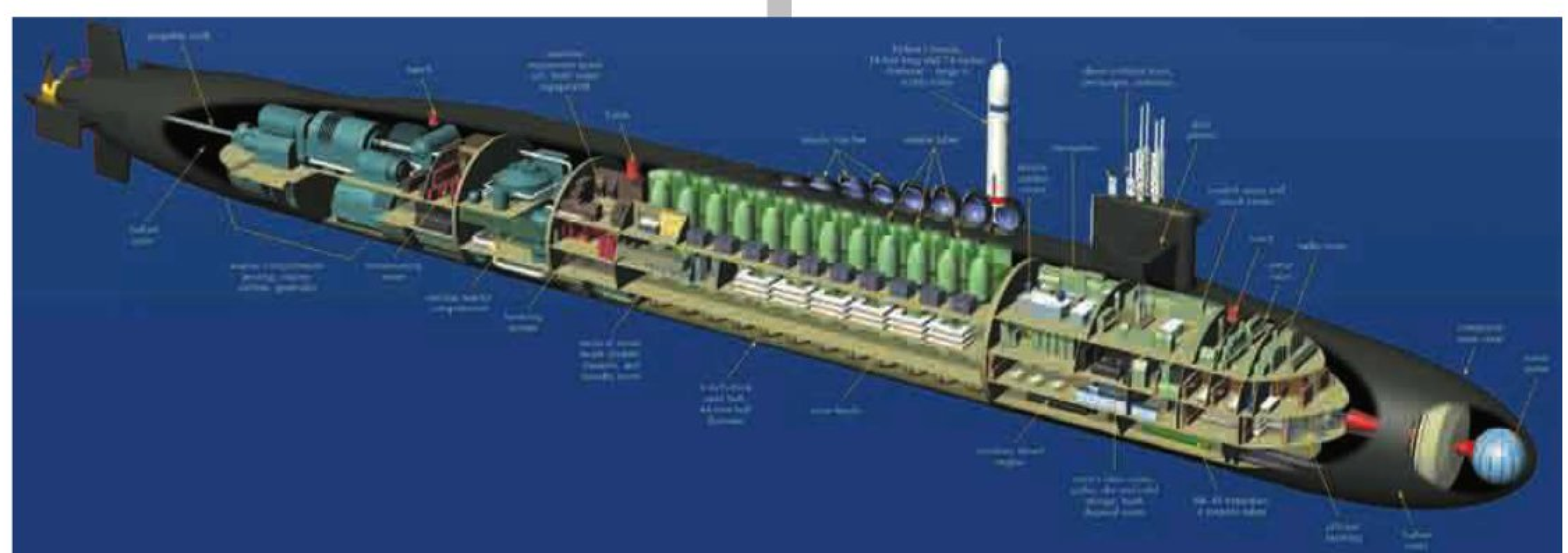
▶这是"俄亥俄"级上的发射井，井里很简洁，这是因为导弹外部的一些设备装在内筒里，内筒还起运输吊装作用。如果没有内筒，导弹外部由于没有承力机构，无法在井内吊装进出



►“台风”级的导弹舱段放在潜艇中前部，以平衡两座反应堆的重量集中问题



►从此图能看出，导弹略微加大直径，艇体的长度和宽度还是能接受的



►“俄亥俄”级的导弹舱段近40米长，重量相当集中，但由于海水浮力，潜艇能够承受



►从此角度看，“北风之神”级“尤里多尔戈鲁基”号的围壳前缘向前倾斜很明显

性，而且要保证窗口内的关闭机构长时间不生锈非常困难。

一般来说，如果窗式排水孔能解决问题就不去做纵逢式的，因为后者加工复杂。纵逢式排水孔的横断面是上面板盖着下面板，上面板不能悬空，里面要有支撑结构。而窗式排水孔不需要支撑结构，直接开口就行了。但是纵逢式排水孔里面的水和外界是上下流动，流体噪声要小于窗式的横向流动。

“北风之神”级的指挥台围壳前缘上方向前倾斜，根部与上甲板夹角小于90°，看上去很落后。还有的战略核潜艇指挥台围壳顶部略呈前高后低，且围壳后缘并非垂直于艇体上甲板，而是向后倾斜，如何看？

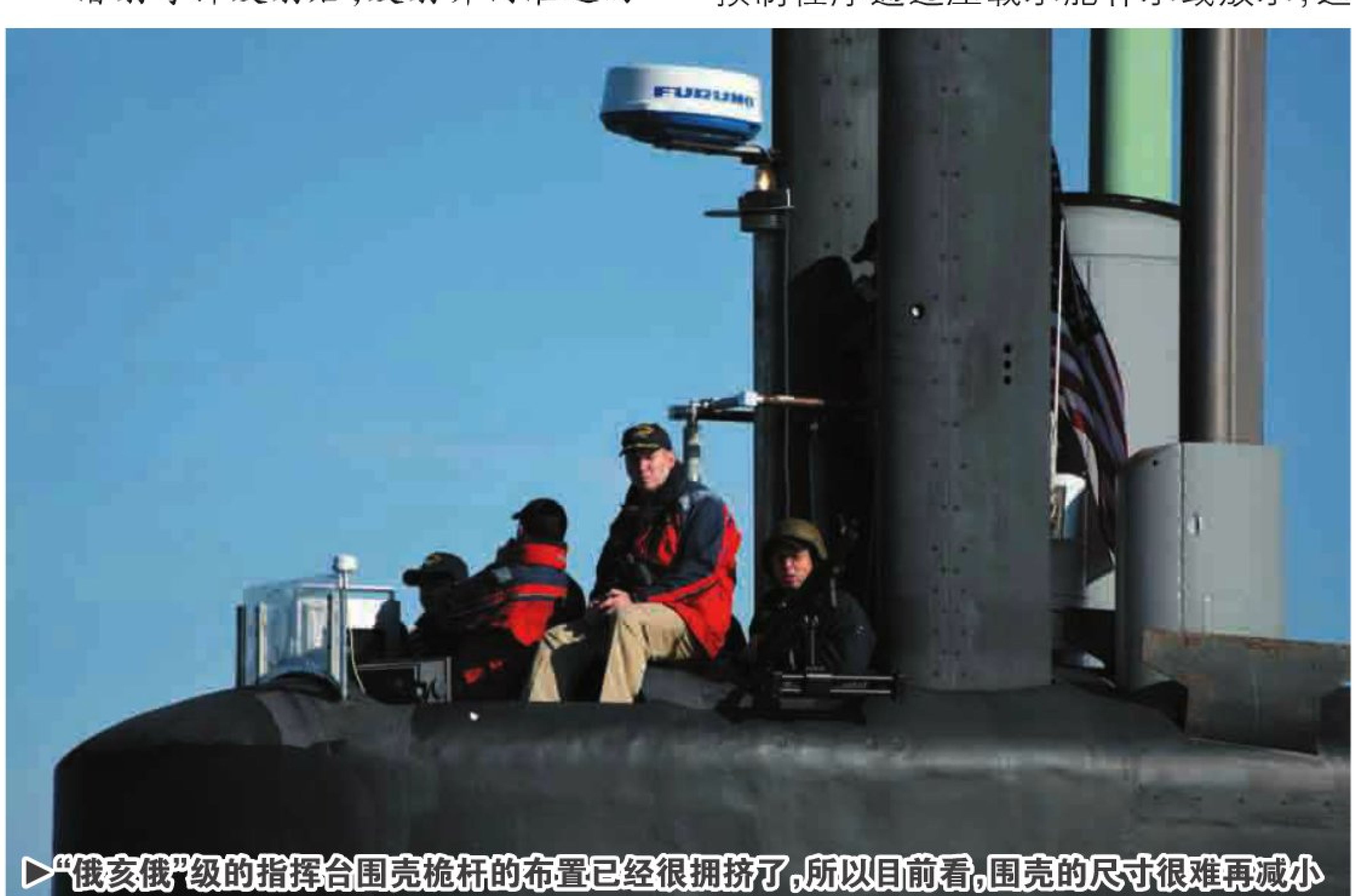
东：指挥台围壳的后缘形状影响不大，关键是前缘。但潜艇涡流噪声是综合因素，不仅取决于围壳的形状。围壳向前倾斜或向后突出等，可能是围壳里的一些救生设备或拖曳天线等设备所导致。围壳顶部略呈前高后低，可能是各种桅杆降下来时高度有差别，围壳顶部沿着桅杆高度设计所致。

除了“布拉瓦”，潜射导弹每一代几乎都比上一代更大更重，那么越来越重的导弹舱段是否对艇体设计有影响？

东：导弹舱段重量集中问题，会引起潜艇的纵向重量平衡问题。像“台风”级，由于后部有两个反应堆，因此把导弹舱段设计在围壳之前以作平衡。其它艇后部只装一个反应堆，纵向平衡问题还好一些。至于龙骨对导弹舱段重量的承受，由于有海水浮力，承力是没问题的。

潜射导弹发射后，发射井内灌进的海水重量和导弹重量不相等，需要压载水舱调整水量，这在连续发射时是否会造成潜艇振动从而影响导弹初始精度？

东：像“三叉戟”Ⅰ和“三叉戟”Ⅱ都在“俄亥俄”级上装过，发射井一样，“三叉戟”Ⅰ轻于井里水量而“三叉戟”Ⅱ重于井里水量，这时要根据平时计算好的预制程序通过压载水舱补水或放水，这些都是试验好的，不会造成潜艇振动。



►“俄亥俄”级的指挥台围壳桅杆的布置已经很拥挤了，所以目前看，围壳的尺寸很难再减小

战略核潜艇是否应安装舷侧阵？

东：舷侧阵虽然有攻击作用，但主要还是用于被动探测，因此战略核潜艇应该装。目前各国这些战略核潜艇因为服役时间早，所以没有安装舷侧阵。

在反导系统的发展局面下，潜射导弹受到的威胁与陆基导弹是否有区别？

闻：陆基导弹机动部署区域不可能太大，因此对反导系统来讲，威胁方向基本是确定的。而战略核潜艇可以在几千万平方千米的范围机动，反导系统对其威胁方向判断会有一定难度，因此潜射导弹受反导系统的威胁要小一些。

东：美国发展“俄亥俄”级时，曾有过在五大湖里部署战略导弹的方案，但后来还是选择了“俄亥俄”，原因就是其在太平洋上的巡弋面积达到三千万平方千米，对方找到其踪很困难。战略导弹机动平台设在内陆湖，除了机动范围有限，还有一个缺点是内陆湖都太浅，容易被卫星发现。内陆湖条件最好的是贝加尔湖，最深处达一千六百米，但生存力还是不如大洋上的战略核潜艇。

编者按：2011年10月14日，陕西西安，一架参加2011中国国际通用航空大会飞行表演的试飞院“飞豹”战机，参加飞行表演后在返回途中失事坠毁。飞机后座飞行员弹射跳伞生还，前座飞行员遇难。虽然事故原因仍在调查之中，但广大军迷和航空爱好者纷纷对飞机弹射救生表现出极大关注。本刊记者为此特地采访了一些航空弹射救生系统专家。

文/本刊记者 秦 蓁

关于 飞机弹射救生系统

[文章编码0103]



▶ HTY-1弹射座椅（上），是我国首次利用弹射火箭作为动力的弹射座椅。HTY-2（下）弹射座椅，将带离式改为敞开式

记者（以下简称记）：首先，请您大致介绍一下飞机弹射救生系统的发展。

专家（以下简称专）：自从有人驾驶飞机上天就出现一个话题：空中出现问题怎么办？在100多年前，飞机上天后没多久就出现了事故，牺牲了一名飞行员，当时的杂志做了报道。没过多久，又有3人牺牲，以后，又有5个。后来因飞机事故牺牲的人数呈几何级数上升，所以媒体不再报道了。当时把飞行看作是冒险事业。

后来出现了用降落伞救生，拯救了上万人。二战时，苏联有的飞行员跳了十多次伞，获救后再上天作战，有的后来还成为苏联英雄或王牌飞行员。喷气式飞机问世后，不能直接单靠降落伞救生，因为高速飞机遇到了几个问题。第一，高速飞行时，迎面气流使飞行员无力爬出座舱，超过600千米/小时，克服气流就超过人的体力极限了。第二，即使爬出座舱后也容易碰到飞机尾翼，生存力很低。这样，二战末期弹射座椅就出现了。

弹射座椅出现后至今经历了三代。

第一代，以弹出座舱为主要目的。这一阶段从二战末到上世纪50年代中期。第一代座椅的动力只有弹射筒，最开始是两节，后来是三节。筒内装的是火药。火药弹内装管形药柱，等面燃烧，可以产生很平滑的推力。这一代座椅最后可以做到零高度救生，但不能做到零高度、零速度救生。因为光靠弹射筒弹射的高度不足以打开降落伞安全落地，有速度的时候也就十几米。所以第一代座椅只解决了高速离机问题，没有解决低空救生问题。



▶中国HTY-3（左）和HTY-4座椅。这两种座椅虽然都属于二代，但前者是中国首个“零-零”座椅，后者是中国首个达到1 000千米/小时救生包线性能指标的座椅。这两型座椅装歼-6、强-5等机型

因为弹射救生事故往往发生在低空，因此要解决弹射高度不够的问题，所以除了弹射筒外，加装了助推火箭。第二代弹射座椅可以做到“零高度、零速度”弹射——既可以没有高度，也可以没有速度就能弹射。没有速度怎么开伞呢？就靠弹的高度更高一些，靠自由坠落开伞。二代座椅的动力，弹射筒主要负责出舱阶段，因为该阶段用火箭效率低，没有速度，推进率低。出舱一米后，火箭接续弹射筒助推，火箭也是等面燃烧，缓燃。火箭燃料是固体燃料。有的在椅盆下装火箭包，有的在椅背后装椅背火箭，多种多样。世界上研制弹射座椅的主要国家弹射动力大部分是这样。

但这一代弹射座椅仍然有一个问题，就是它只有高度控制，没有速度控制。例如可以控制座椅在过高的高度时不开伞，只在4 000米以下时才开。但没有办法控制速度，速度高或低时都经历一个固定的延迟时间开伞。但速度高时是不能开伞的，如果开了，伞会被撕碎，需要减速，因此需要速度控制，这样就产生所谓“双态”，即要高度控制，又要速度控制，这就是第三代弹射座椅。

第四代座椅还没有出现，俄罗斯已经研制所谓“三代半”弹射座椅了，其特征就是实现部分的“姿态控制”。此前第三代只解决了高度、速度控制，没有解决姿态控制，也就是在复杂姿态下，救生能力低。第四代最终希望做到“自适应”，高度、速度、姿态能够自动控制程序修正姿态。尽管这种想法在80年代就已出现，美国已经搞了几十年，但离装备还早。遇到的最大问题是无法“感知天地”，尤其是夜晚。比如倒飞时弹射，座椅最好是能自己转正向上。但是它怎么能感知自己现在是倒飞还是正飞？白天有天地线，但夜晚呢？美国试验过依据大地辐射原理，靠微波辐射来感知。但在目前还没有一个简便易行的办

法来判断飞机座椅的姿态，并及时输入到座椅的控制程序中。能将飞机的数据等信息输入到座椅中是最好的。总之，各种姿态、全包线范围的救生是下一步面临的课题。三代椅基本解决了音速以下的包线救生。超音速的只有俄罗斯K-36能达到1.2倍音速。3.5代还无法进行俯仰控制，如何找正转向是个难题。美国MPES飞机搞了30多年依然无法达到实用。从探索研究发展到预研，投入了大量经费，依然无法进入型号。

研制下一代座椅需要搜集历次救生失败的例子，找出在那些状态下如何成功救生的办法。还要解决各种问题，如高速度时的激波问题、高空缺氧问题、寒区救生等一系列问题。还有一些情况是事先无法预知的，例如两机相撞时的救生，怎样建立预警机制。苏联曾在舰载机上用过自动弹射技术，但后来不用了，因为有时会失灵，例如正常飞行也弹射了。

当然四代还需要达到性能好、重量轻、成本低。性能好，指在飞机所有的包线都能救生，损伤概率还要低。

总之，今后的目标是明确的，但实现起来很艰难。十年之内难以到实用。

记：*弹射座椅的动力和燃料有讲究吗？*

专：弹射座椅要保证能弹座舱多装火药就可以，但难点在于，为了保证人的安全，这个力量不能过大，否则人的脊柱无法承受。目前最大能承受18g，还有5%~10%的损伤概率。此外同样的力还有一个加速度，就是你用多长时间增长，例如现在上限是增长率150~250g/秒，不能超过这个值。如果猛一加速，人的脊柱承受不了。过去常说三要素，就是“过载、增长率、作用时间”，这是指弹射筒阶段。

记：*能谈谈直升机的弹射救生问题吗？是不是直升机不打算走这条路了？*

专：直升机顶上有旋翼，很麻烦。原来有的用“炸桨”的办法。后来还有斜着弹射出去，但有一个出去后的方向问题。直升机本身负载较小，也不希望弹射系统过于复杂。后来还出现过牵引弹射，把伞射出去，苏联曾经研究过。所以直升机目前还主要走抗坠毁这条路。

记：*我国的弹射座椅发展情况如何？*

专：我国弹射座椅的研制已经达到了三代水平，并已全面列装。我国HTY（即“火箭、弹射、椅”的汉语拼音头字母）系列弹射座椅从1型开始已经研制了8个型号。第一个型号就已经是助推火箭座椅了（*第二代座椅*）。2型装歼-6、歼-7。3、4型最初装歼-8。较新的6型是通用型，装歼-7、歼-8和歼轰-7等。5型搞的早，定型得晚，所以编号占到前面，是为歼-10专用的。然后是7型、8型。7型装教练8。

记：*世界范围内弹射座椅的研制情况如何？*

专：全世界可以制造飞机的国家有几十个，能制造航空发动机的有9个，能研制弹射救生系统只有5个，其中能研制3代座椅的只有4个——中、英、美、俄。因为研制高性能座椅需要很多试验设施。有一个重要的地面试验设施就是火箭撬滑轨试验场。火箭撬下面靠滑块，在一个高精度轨道上高速滑行，最高可以达到超音速。这个设备最早只有美国有，现在也只有联合国5个常任理事国有。最长的、设备最完整的滑轨试验场都在美国。这个试验设施体现先进性的方面有：轨道长度、承载能力（*轨要非常结实*）。几千米长的重轨要求全部焊接连接，精度要高，地基要做好，对选址要求高。因此投资很大。

记：*西方和俄罗斯在弹射座椅研究方面孰强孰弱？体现在哪些方面？*

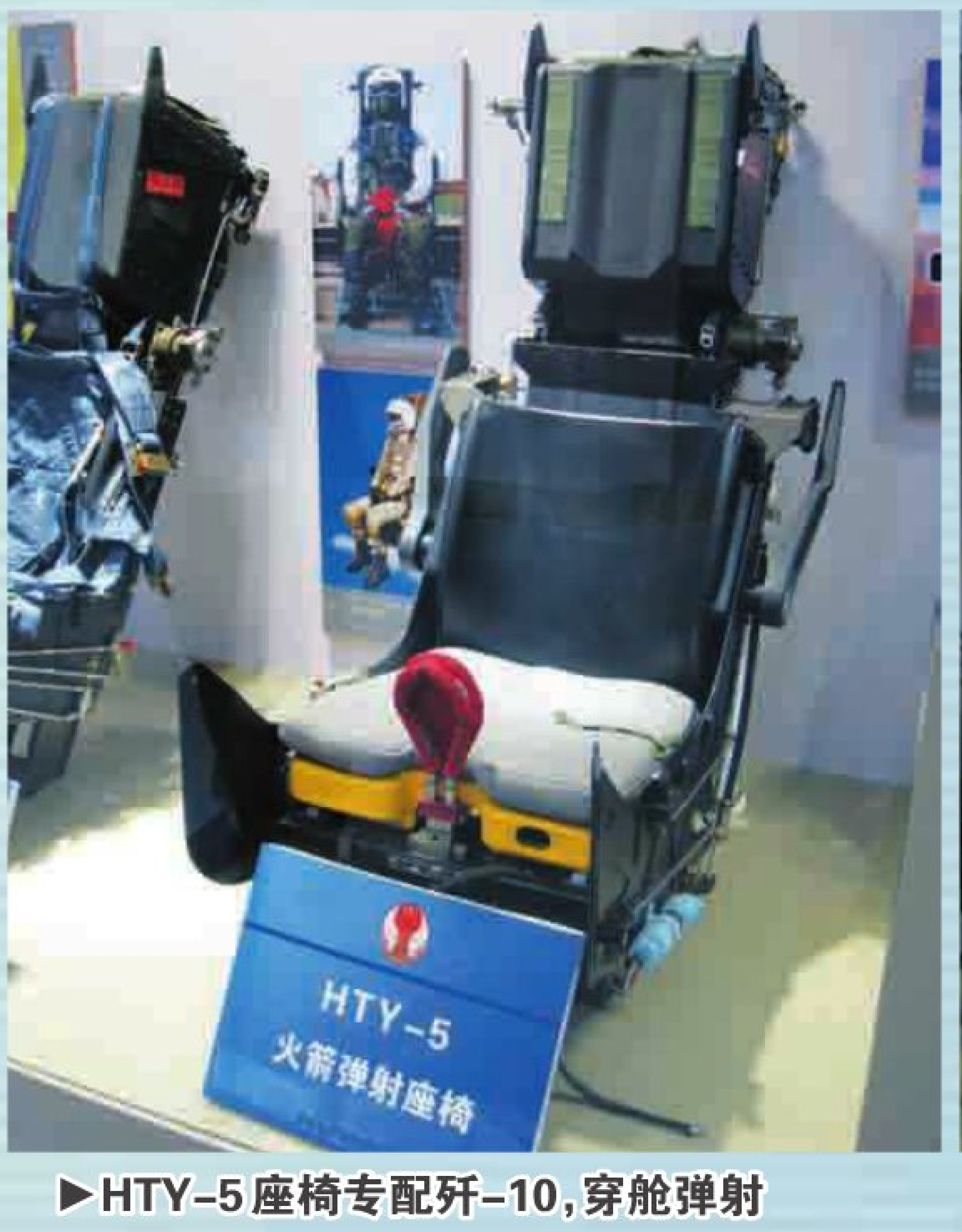
专：西方在此领域不如俄罗斯，比如双方比硬指标——在多大速度下能安全救生，所有的西方座椅没有超过音速的。一般西方规范的弹射上限速度是1 100千米/小时，美军标就是这样写的。西方也没有一些相应的试验设备，如超音速试验飞机和高速气流吹袭设备。所以西方控制系统好，但是大速度救生能力绝对不如俄罗斯。俄罗斯“星星”科研生产联合体，完全靠自己的力量建立了一个体系，它是航空航天结合，不搞大批量生产。

我国HTY-6座椅在研制时经过了大量试验，例如在俄罗斯做的利用超音速风洞进行的试验，当时我国没有类似试验设备。俄罗斯是开口风洞达到超音速，过去超音速只能在闭口风洞实现。美国也没有这个试验设备。美国风洞出口速度只做到600海里/小时，就是1 200千米/小时以下，做不到1 400千米/小时（*1.2倍音速*）。超音速的弹射试验飞机美国也没有，俄罗斯利用米格-25飞机改装，可以做2倍音速弹射试验，所以美国这两项技术不如俄罗斯。

美国在研制下一代战机时，觉得美国、英国的座椅都无法



►HTY-6座椅装多个机型，通用性好



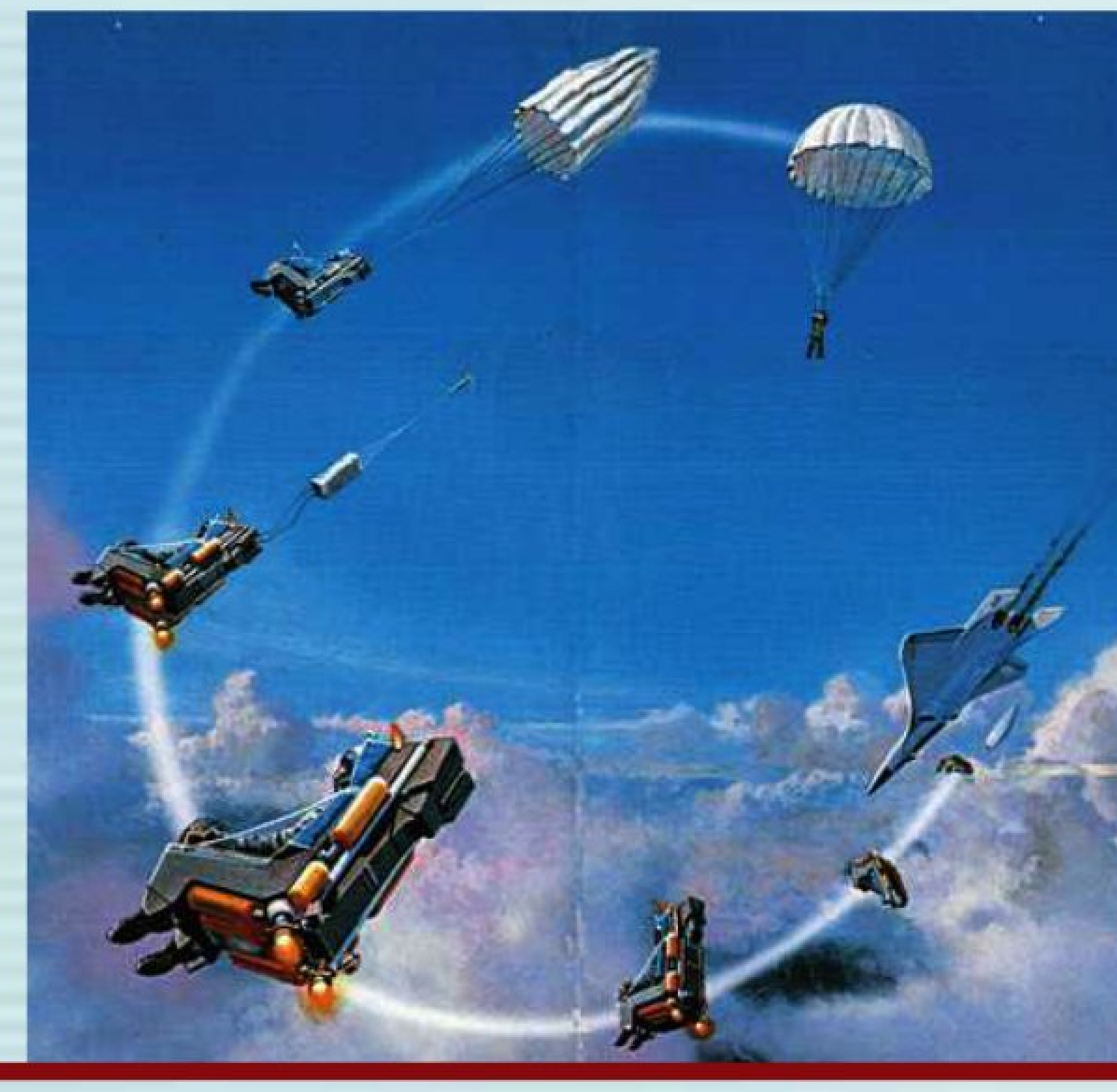
►HTY-5座椅专配歼-10，穿舱弹射



►HTY-7座椅配教练-8飞机







(左)美国的火箭滑轨试验设施
(中)滑轨上的载体可以多方向转动，以模拟各种姿态
(右)如何自动调整好姿态，使座椅在各种姿态下弹射出来后都能快速转正向上，是下一代座椅面临的最大课题

满足要求，就看中了俄罗斯苏-27用的K-36座椅，因为K-36几次在航展上成功救生，使美国觉得该座椅救生包线大，所以希望在K-36之上综合俄罗斯技术研制新的弹射座椅。为了验证，美国出资买了11台改进的K-36，分别用美俄两国的试验设备和假人做试验。试验设备有大型弹射架(美俄都有)，超音速风洞在俄罗斯吹到了1 420千米/小时，相当于1.2倍音速。这么大速度吹一个座椅，一般早散架了。火箭滑轨，两国都有。空中弹射，只有俄罗斯能做M数2.5的。该座椅在美国霍洛曼空军基地做了6次试验，试验时，滑车上方一个座舱，可以转动、俯仰，能试验比较多的姿态。结果证明，K-36-3.5能承受过去在技术上认为不可行的环境，即高速条件下，提供优越的高度稳定性和高速气流防护。并且它能承受的加速损伤是最小的。它在1 350千米/小时情况下的弹射加速度环境，只与美国F-16、B-1等飞机广泛使用的道格拉斯公司ACES座椅在840千米/小时的加速度环境相当。K-36-3.5在这些试验条件下的性能，优于美国空军目前使用的所有弹射座椅。在高速条件下显示的这些性能，让美国心服口服。随后美国又向俄罗斯提出能不能进一步减轻座椅重量，一次减50磅。另外要适应更广泛的不利姿态等。后来，美国出于政治原因没有采用这型座椅。但最近俄罗斯在座椅研制方面有一些停滞。

记：很高速度的弹射，例如超音速，气流会对飞行员造成严重伤害，俄罗斯采取何种措施进行防护？

专：高速弹射，例如超音速，为了安全，有一套防护装置。弹出后，有一个中央导流板伸出来，挡在前面形成激波。然后，挡臂装置放下来，把两个手臂挡在里面。再加上坚固的头盔、座椅稳定。好多高速弹射失败是因为座椅不稳定、翻滚把人甩的导致死亡。俄罗斯这个座椅非常稳定，出舱后，座椅两边向后分别伸出两根很长的杆子，用以在立着的姿势稳定。因为人在这个状态承受的过载可以很大，能到30g。过去是靠一个稳定伞来拉平，但只能承受20g。

记：俄罗斯保证姿态的一些具体办法是什么？除了杆，座椅内部有什么装置吗？

专：座椅内部没有特殊装置。稳定座椅除了配平以外，前面的导流板，对改变压力分布有关系。关键还是那两根杆子，伸出较长，力臂长了。而且每个前面都带个小伞，无论俯仰、转弯都有一个恢复力矩。再加上它控制座椅出舱时就只有较小初始低头力矩。这在结构设计当中是靠多年一点点积累下来，K-36之前有过很多型号，如K-24、K-34等，而非一蹴而就。总师谢维林院士水平很高，普京亲自接见过他。

记：在世界范围内，特别是西方，马丁·贝克公司的弹射座椅很有名，原因是什么？

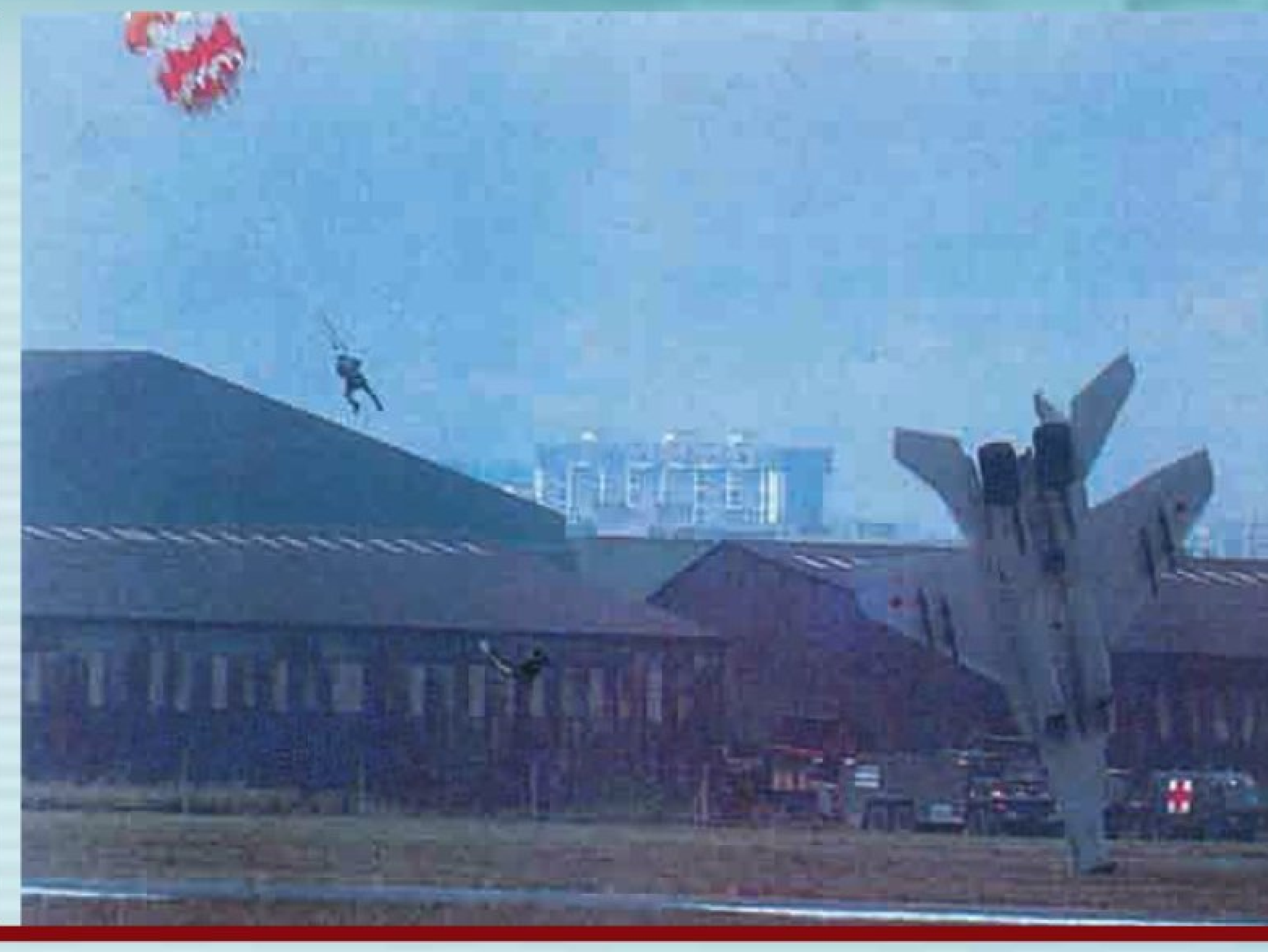
专：世界上最早的弹射座椅出现在二战末期德国。德国战败后，美苏等国分别虏获了一些德国专家，以他们的研究为基础开始研制弹射座椅。英国马丁·贝克公司在全世界弹射救生领域名气很大，它在美国有一个分公司。马丁公司开始只做英国国内市场，后来能做的很有名气，是因为抓住了几个机遇。比如零高度，它刚开始把Mk5型座椅推出去，就用了真人跑道弹射，在场的人都惊呆了。因为你用真人弹射，就说明有绝对的安全把握。为了向美国海军推销，它直接在航母甲板上用汽车为载体做试验，汽车高速行驶，最后落海，人安全弹射。美国航母那么多，舰载机很多，因此打开了比英国市场不知大多少倍的美国市场。第二个机遇是Mk14座椅，它搞微机“双态”控制，占领了美国F-14、F/A-18的弹射座椅市场。第三个机遇是Mk16，把高性能、轻重量、低成本三者结合。

记：前不久，在陕西的通用航空大会上，一架做表演的“飞豹”战机失事。电视画面显示，当时后座成功弹射，而前座没有弹出，飞机坠地，原因是什么？

专：“飞豹”用的就是HTY-6座椅。双座飞机弹射，必须后座先弹。如果要同时弹射，空中有可能干扰相撞。要是前座先弹，飞机是向前运行，火箭喷火正好喷到后座，因为刚离开座舱时就开始火箭点火了，冲击力很大。当时飞机离地太近，后座弹出后，前座弹出，但来不及开伞。低空造成的牺牲差不多占弹射救生失败的一半。这其中，一半是已经离机，但伞没有安全打开，这部分最可惜。开伞过程差的高度并不多，因此多争取一秒钟，就可以救这部分人。一次事故中，飞行员能不能成功获救，救生成功率取决于弹射座椅从离机到地面这段时间能不能完成全部弹射程序动作。就是离机、稳定、减速、分离、开伞、稳降这几个动作。能否成功取决于飞机的状态、救生系统的性能和有没有足够的高度完成全部动作。有时就差零点几秒，有了这个高度就获救了。

所谓零-零弹射座椅，可以没有高度、速度，但姿态要好，所以有人说零-零严格说是“五个零”，就是零高度、零速度、零俯仰、零倾斜、零下沉率，其实就是比较理想状态下才能有较高的成功率。比如有飞机在停机坪上，人员误操作弹射手柄成功弹射的例子，其实就是符合了上面的情况。但在很多情况下，比





（左）中国研制的K-8E飞机弹射训练设备，与早期训练设备相似
（右）俄罗斯飞机在多次航展上的成功弹射救生，为俄制座椅做了广告。图为1989年巴黎航展上米格-29的弹射救生

如虽然飞机离地还有200米，但飞机处在滚转甚至直接机头冲向地面，这时弹射，虽然有高度，但离机时姿态不好，同时还有一定的下沉率，牵连着飞行员和飞机一起下沉，这个十分要命，因此无法保证完成全部程序，导致失败。

曾有过这样的经验教训，就是一架双座教练机，发动机起火，飞机失去平衡，发生滚转。前座飞行员压杆试图修正飞机姿态。修正后发现后座已经弹射（*那时不是自动控制前后舱弹射*）。后座较早弹射结果却牺牲，前座后弹射却获救了，原因就是后座虽然争取了时间，但弹射时飞机姿态不好，处于倾斜，而前座飞行员正在修正的过程中。前座是把飞机姿态调整到相对好的状态弹射，虽然弹射时高度比后座低，但却获救了。

飞机处在倒扣时也可以弹射，但需要有更大高度。倒飞时，不考虑下沉率的安全高度是多少有相应规定。但飞机出事故时往往不是简单的倒飞状态，而是处于滚转，甚至还有下沉，多为一种复合的状态。

记：*如何提高弹射救生成功率？*

专：有两个办法，一是改善装备，一是加强训练。前一个就是研制更好的座椅，但也有局限，比如三代和二代比，也就是开伞时间在低速时差1秒多，但为了这1秒整个机型换座椅就要花很多钱。为了省这个弹射时间，曾经想了很多方法，如前些年比较盛行的穿盖弹射，座舱盖不用抛掉了，座椅直接穿破座舱盖出去，人可能会受点伤，但可以节省0.3秒左右。此前是抛盖，就是一开锁，舱盖就飞走了，然后弹射。但穿盖不能做为三代椅的标志，这个技术是比较简单的。

穿盖弹射，如果舱盖玻璃比较厚，就需要一个微型爆炸索同时破坏玻璃。但穿盖弹射受伤还是多一些，因为飞行员无意识会缩头，因为下意识地怕座椅如果没顶破舱盖，头就会顶到舱盖，但一缩头，这个姿势弹射时颈椎就容易受伤骨折。

其实很多救生失败不是差0.3秒，也不是1秒，有时差了十几秒。为什么这么说，这就是飞行员的素质问题。比如他空中遇到情况，例如规定发动机停车，2 000米应该做出弹射决断了，他要做准备，收油门、改正飞机、和塔台联系是不是可以弹射，等等。做完后，一拉手柄就弹射出去。

现在很简单，就一个动作——拉手柄。救生手柄大部分在座椅前，拉手柄的力不需要太大，大约十几千克。早期是4个动作，要抛盖、收腿等。

最主要是下决心太难。究竟弹不弹，弹了后会是什么后果？是不是会说我贪生怕死？请示塔台，回答得慢等等。还有就是飞行员在高度紧张时惊呆了，时间好像停顿了。所以有的飞行员在做弹射动作时花了十几秒，有的还做了两次都做不好，这样就把可贵的时间耽误了。损失时间就是损失高度，再好的装备也没用了。因此我们一再强调要加强救生训练，也想了很多办法，例如研制弹射救生模拟器。平时多进行弹射训练，可以减少牺牲飞行员带来的更大损失，是非常值得的。

我国很早就开始装备弹射训练设备，是50年代随米格-15来的。当时弹射动作太多，所以要多训练，熟练动作。如腿必须收回来并拢，不然腿会碰到仪表板；然后把肩带拉紧，不拉紧，可能歪着就出去了；然后是抛掉座舱盖，弹射。另外，这个设备可以帮助稍微找一下弹射感觉，虽然只有6~8g。当然不可能是实际弹射时的18g，那样一部分飞行员会受伤，今后就没法飞行了。

但用这个设备不能提高救生成功率，因为动作可以很快熟练，但飞机实际的状态、速度那些指标这种设备不能模拟，弹射后的结果也不知道，因此不能训练出高的弹射技能来。西方的训练设备也大致相似，只不过带座舱。

记：*听说国际上已经出现可以自动评估救生效果的弹射训练器，可以有效帮助飞行员改进，提高弹射技能。*

专：是的。应当重视弹射救生训练。优秀飞行员的价值并不比飞机低。

（*本文图片均为本刊资料*）



▼HTY-8弹射座椅装歼-11飞机，是性能最好、包线最大，达到世界先进水平的座椅

第12届迪拜航展

文/张宝鑫 [文章编码0104]

自1986年举行的首届阿拉伯航空展开始，经过25年的发展，迪拜航展已经从名不见经传的地区性航展，一跃成为仅次于巴黎航展与范堡罗航展的世界规模第三的综合性大型航展。2011年的12月4日，也就是迪拜航展结束后两周，正是阿拉伯联合酋长国成立四十周年，今年的迪拜航展作为其国庆四十周年的重大活动之一，也就被赋予了更多的意义。因而今年的迪拜航展，除了吸引了全球工业领域、民航运输等巨头的关注之外，也吸引了多个国家空军的关注。而阿联酋空军坐拥主场之利，表现得尤为卖力。

拥有雄厚资金实力而又地缘政治复杂的中东地区，历来都是世界各大民机、军机制造商的必争之地。本届航展上，包括波音、空客、洛马、中航工业、达索、雷锡恩、MBDA、罗–罗等在内的航空航天领域的领军企业无一缺席，总参展商近千家。参展的飞机实物超过100架，几乎涵盖了当今世界上所有的军用、民用机型。

军机：美国对垒欧洲军团

如果说动辄上百亿的民机订单显示了迪拜航展超人气的商业气味，那不能摆上台面的军机交易，则更显示了欧美在中东地区的激烈争夺，以及该地区复杂的政治军事形势。

中东地区，历来都是局部战争的高发区，阿拉伯世界和以色列之前长期存在诸多纠缠不清的矛盾，因而该地区的诸多国家在采购装备时从来不吝惜钱。长期以来，中东地区受欧洲国家，特别是英、法的影响最大，因而其空军装备也多倾向于采购英国和法国。但海湾战争后，随着美国在该地区影响力的日益扩大，美国军用航空产品开始被更多国家所接受，与欧洲的争夺不可避免。

航展上，美国空军派出了E–2预警机、C–17运输机、C–130运输机、F–15E多任务战斗机、F/A–18E/F战斗攻击机、MV–22旋翼机、MH–60直升机等主力机型参加，且都进行了飞行表演。其中，C–130、C–17、F–15E和F/A–18E/F都是主力外销机型，也是中东国家在采购装备时的主要选择对象。

目前，卡塔尔和阿联酋已装备了C–17战略运输机，科威特、沙特、巴林也希望引进该运输机。沙特作为中东阿拉伯世界中第一个装备F–15的国家，共装备了70架。沙特将从美国购买84架最新型F–15SA战斗机及全套的机载武器系统，其整体性能水平与新加坡空军的F–15SG相当。所以航展上，美国的F–15E每天都进行飞行表演，卖力吆喝，希望能再获订单，美国和阿联酋派出C–17进行静态展示，阿联酋的C–17还大开舱门，吸引观众和媒体参观。

虽然美国没派F–16参展，但阿联酋派出了他们装备的F–16E/F Block60“沙漠隼”，并进行了飞行表演，卖力地为美国人宣传。作为F–16系列的最新改进型，F–16E/F有了脱胎换骨的变化，起飞重量增加了50%，在换装了F110–GE–132发动机后，载弹量和航程也相应增加。此外，该机的航电、雷达、机载武器系统都进行了升级，是F–16系列中最强的改进型。除阿联酋以外，阿曼也在和美国谈判，希望引进该型战斗机。据洛马公司的消息，在F–35战斗机交付国际用户之前，F–16还有不低于100架的外销潜力。

作为中东市场上的直接对手，法国“阵风”战斗机，英国“台风”战斗机也来争夺潜在客户。欧洲这两款战斗机，是数月前对利比亚进行空袭的主力机型，此次参加迪拜航展因而更多了一些心理优势。法国的“阵风”战斗机此前在争夺



▶美国F–15战斗机



▶“爱国者”（PAC–3）防空导弹



▶美国“黑鹰”MH–60R直升机



▶阿联酋空军的C–17运输机



▶中国运-12F运输机模型



▶中国K-8教练机静态展示



▶中国机载武器



▶中国直-9武装型直升机模型



▶中国L-15教练机模型



▶中巴联合研制的“枭龙”战斗机进行飞行表演



▶“枭龙”战斗机静态展示其挂载武器



▶“枭龙”战斗机进行飞行表演

阿联酋的订单时败给了“沙漠隼”，此次携战争胜利之余威，希望能在阿联酋空军下一阶段装备采购计划中获得先机，以打破至今没有外销记录的尴尬。同样，作为欧洲多国联合研制的“台风”，尽管此前已获得沙特的订单，但面对庞大研制费用和迟迟无法降下来的单机成本，英国、西班牙、德国、意大利还是希望该机能获得更多的外销订单。

亚洲:崛起的力量

2011年是中国航空工业成立60周年，又是中航工业整合3周年，因而中航工业集团公司对于参加本次航展很重视，提出以“全力拓展航空产品国际市场”为主题，通过展示旗下重点航空军贸和民机出口产品，进而提升中航工业整体品牌形象，提升产品的知名度，全力开拓中东、非洲、亚太地区国际市场，并借此积极开展工业领域对外合作。

在200多平米的展台上，集中展示了“枭龙”、L-15高教机、直-9、“新舟”600、运-12、“翼龙”无人机等，以及SD-10A、PL-5EII、LS6等机载制导武器系统。此外，还在展台设立互动区，通过L-15模拟器，提供人机互动的机会。经过与巴基斯坦协商，巴方还派3架由中巴联合研制的“枭龙”战机参展。

目前，巴方已具备了飞机的总装、试飞和零部件生产能力，并已列装巴空军形成战斗力。经过巴空军高强度的飞行训练和验证，飞机性能、作战能力及综合后勤保障能力得到进一步的增强。

自“枭龙”装备巴方以来，其改进和

升级一直都未停止，未来还将增加空中加油能力，增强先进数据链以及电子战能力，挂载新型制导武器。“枭龙”双座战斗教练机也在研制中。

长期以来，中东国家在世界航空产业链中一直都扮演用户角色，其航空产业已被忽略不计。然而，此次航展上情况已悄然变化，多个中东国家都在大力展示本国航空工业，并表现出色。另外最近几年，美国、欧洲出于战略需要，加大了对中东地区的技术转让力度，也使该地区的航空工业开始快速发展。

坐拥主场之利，本届航展上阿联酋的参展企业超过100家。作为迪拜政府投资并主导、阿联酋国内最大的航空航天类企业，Mubadala公司在航展上表现活跃。该公司业务涵盖航空科研、飞机制造、复合材料加工、军机MRO服务等多个领域。其下属的Strata公司在航展期间与波音公司达成协议，为阿联酋军方装备的波音飞机提供维修保障服务，包括AH-64D、CH-47以及C-17。此外，Strata还是中东地区A330/340客机的主要MRO服务提供商，以及摩洛哥空军的MRO服务提供商。

此外，作为意大利比亚乔(Piaggio)公司的控股者，Mubadala公司已掌握了公务机的制造技术，并拥有了完整的制造基地。该公司现在正与同塞斯纳、湾流以及达索等公司进行谈判，寻求国际合作，并计划在2016年完成一款新型公务机的设计，2018年将其推向市场。得益于复合材料技术方面的优势，当空客和波音公司先后推出A320和737飞机换代计划后，Mubadala公司成功晋身为两家公司的复合材料部件一级供应商。

作为中东地区的另一个主要国家，沙特在本届航展上的参展企业达13家，其中包括航空电子系统企业和起落架以及机身部件制造企业。

土耳其宇航工业公司(TAI)是土耳其最大的航空航天类工业企业，此次参展规模超过200平方米。最近几年，随着与欧洲关系的改善，加上国内军方装备更新的契机，土耳其在采购国外产品的同时，都会通过贸易补偿协议，获得20%~30%的工作量。目前，TAI已能独自完成本国军方装备的机型的MRO服务以及升级和改进，并且是波音、空客、阿古斯塔-韦斯特兰等多家公司的重要零部件供应商。

随着技术能力的提升及设备的改造，TAI已具备了独自研制和制造飞机的能力，其最新产品就是同意大利阿古斯塔公司联合研制的T-129武装直升机。

作为亚洲的另一支力量，韩国宇航(KAI)在最近几年内发展非常快，不断推出独自研制以及与美国联合研制的新产品。本届航展上，KAI重点展出了F/A-50战斗攻击模型和KUH通用直升机模型，希望在中东市场争得一席之地。F/A-50战斗攻击机是在T-50高级教练机的基础上改进而来的作战机型，后者去年在竞争阿联酋空军高级教练机项目时败给了意大利的M346，因而F/A-50被寄予了更多的希望。但是在中东地区，有美欧两个强大的对手存在，F/A-50要想斩获订单可谓相当难。

精彩纷呈的飞行表演

航展上，最吸引人的莫过于紧张刺激而又精彩纷呈的飞行表演。

本届航展的飞行表演中，最大的亮点莫过于阿联酋飞行表演队。“阿联酋骑士”飞行表演队此前很少为人所知，2010年1月才首次公开亮相。2011年，恰逢阿联酋40年国庆，该表演队一直都在全力备战，航展上的飞行表演算是最紧张的彩排。“阿联酋骑士”装备了10架MB339A教练机，机背采用金色和黑色交叉涂装，对比强烈，在中东的烈日照耀下光辉夺目。本届航展上，该表演队共派出7架飞机进行飞行表演，另有一架进行地面静态展示。

为了显示在该地区的强大影响力，法国空军除了派出“阵风”战斗机，还派出了“法兰西巡逻兵”飞行表演队。为了扩大在该地区的市场优势，意大利马基公司派出了M346高级教练机，除了进行飞行表演，还进行了静态展示。不幸的是，该机在航展结束之后的返航途中，坠毁在迪拜棕榈岛附近海域。

[编辑/王瑾]



▶“阿联酋骑士”飞行表演队精彩表演



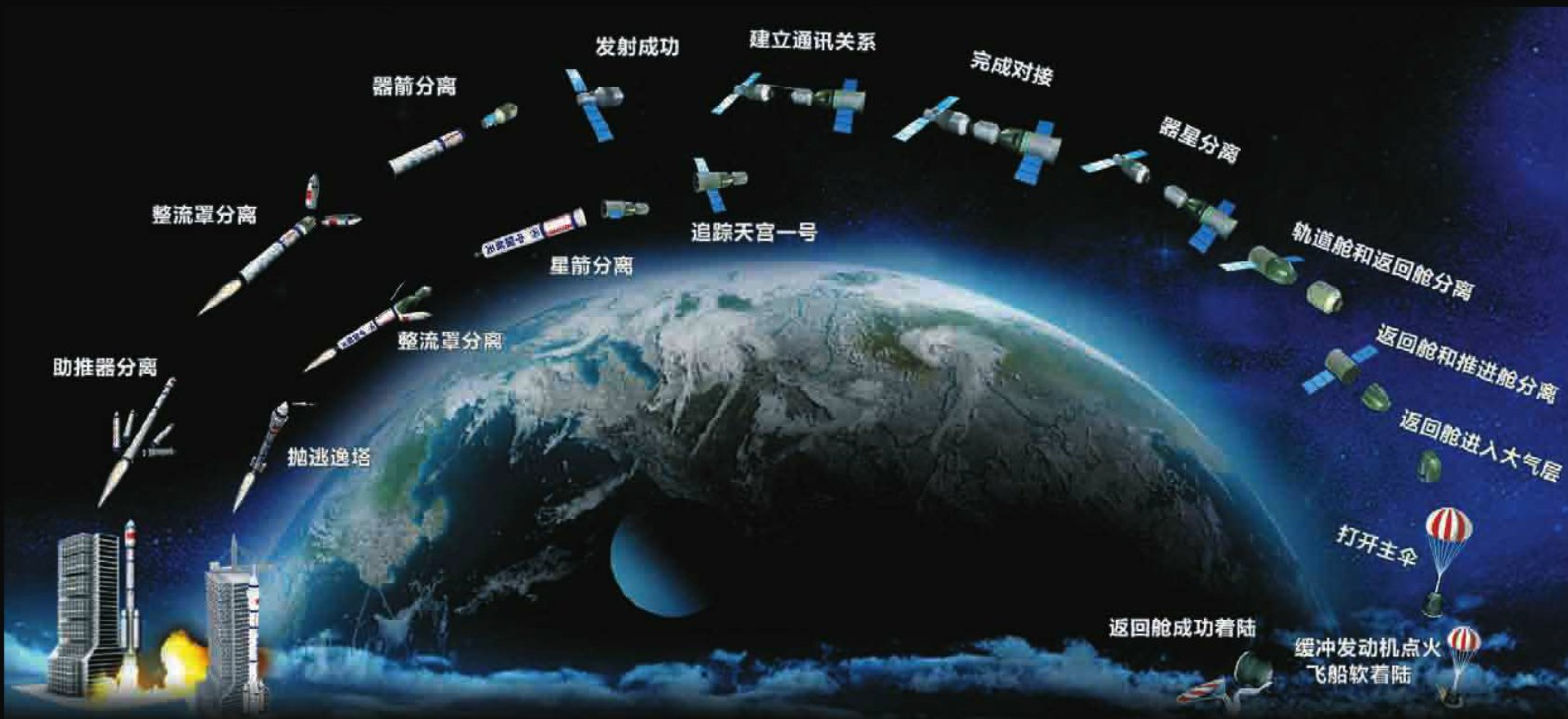
▶“法兰西巡逻兵”飞行表演队表演



▶由于美国空军F-16没有参展，阿联酋派出了自家装备的F-16E/F Block60“沙漠隼”

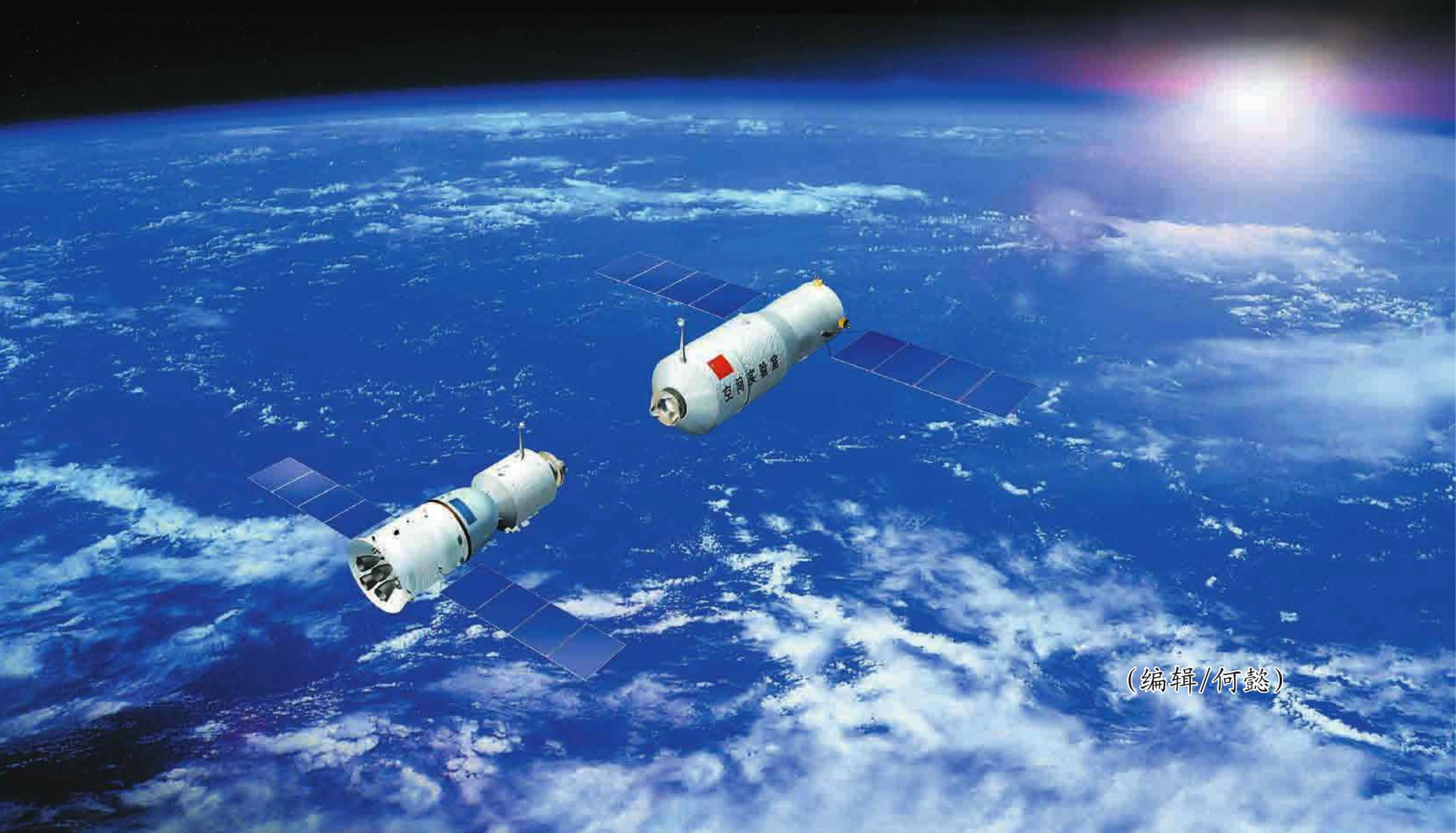


▶“阿联酋骑士”飞行表演队装备的MB339A教练机



Aerospace

2011年11月3日凌晨，我国首个载人空间实验平台——“天宫一号”顺利实现与“神州”8号飞船首次对接，此后10天再次完成第二次对接。“天宫一号”实际是“载人空间实验平台”，或被称作“空间实验室”，此次在“天宫一号”目标飞行器上安排了地形环境监测、空间材料科学实验和空间环境探测实验三个方面的空间科学实验项目，还算不上真正意义的空间站。中国真正意义上的空间站将在2020年左右建设完成，“天宫一号”只是相关计划的“起点”。

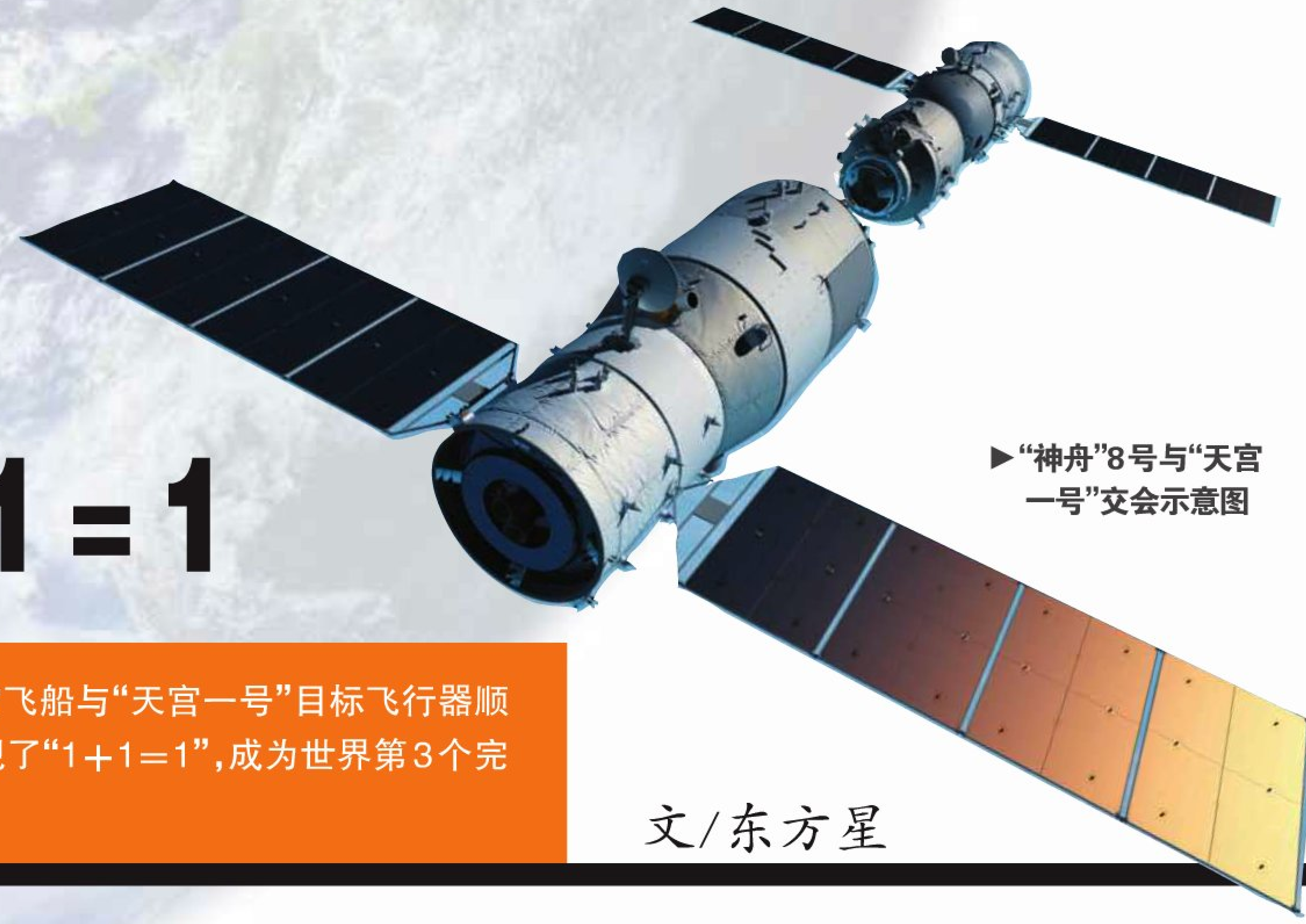


（编辑/何懿）

[文章编码0105]

Aerospace

交会对接：1 + 1 = 1



▶“神舟”8号与“天宫一号”交会示意图

今年11月3日，我国“神舟”8号无人宇宙飞船与“天宫一号”目标飞行器顺利进行了首次空间交会对接试验，实现了“1+1=1”，成为世界第3个完全独立掌握空间交会对接技术的国家。

文/东方星

交会对接的难点

空间交会对接是指两个航天器(包括宇宙飞船、航天飞机、空间站等)在太空轨道上按预定位置和时间相会后在机械结构上连成一个整体，被称为载人航天的三大基本技术之一。即使在无人航天器之间，空间交会对接技术也有广泛的用途。例如，用于对己方在轨卫星进行加注和维修，还可捕捉敌方卫星。

不过，空间交会对接技术很复杂，有人形容它就像在太空中放了一根针，然后在相距几百千米的地面控制一根线去穿过那个针眼，属于“高难度”动作。迄今为止，全世界共进行了300多次空间交会对接活动，只有美国和苏联/俄罗斯掌握了完整的空间交会对接技术。欧洲和日本的转移飞行器在“国际空间站”的空间交会对接技术方面，分别得到了美国或俄罗斯的技术支持。航天器进行空间交会对接经常发生故障，2010年还出现过问题。至今，已发生过17次空间交会对接故障，其中最大的一次是1997年俄罗斯“进步”M-34货运飞船与“和平号”空间站交会相撞，导致“和平号”光谱号舱和太阳电池翼损坏。

空间站交会对接容易发生故障是因为在技术上有四大难点。

速度极高 拟对接的两个航天器时速达2.8万千米，如果控制不好很危险，容易“追尾”。

在实现空间交会时要一边绕地球运行，一边缩短两个航天器的距离。两个航天器都是在三维空间飞行，一个航天器飞向另一个航天器时不能随意进行，必须沿着各自的轨道飞行，要缩短两个航天器的距离不能像地面车辆或空中飞机那样加速，否则会离开原来轨道，进入较高的轨道。因此，追踪飞行器的航天器通常比目标飞行器的航天器轨道稍低，经过多次轨道调整，逐步追上目标飞行器[链接]。

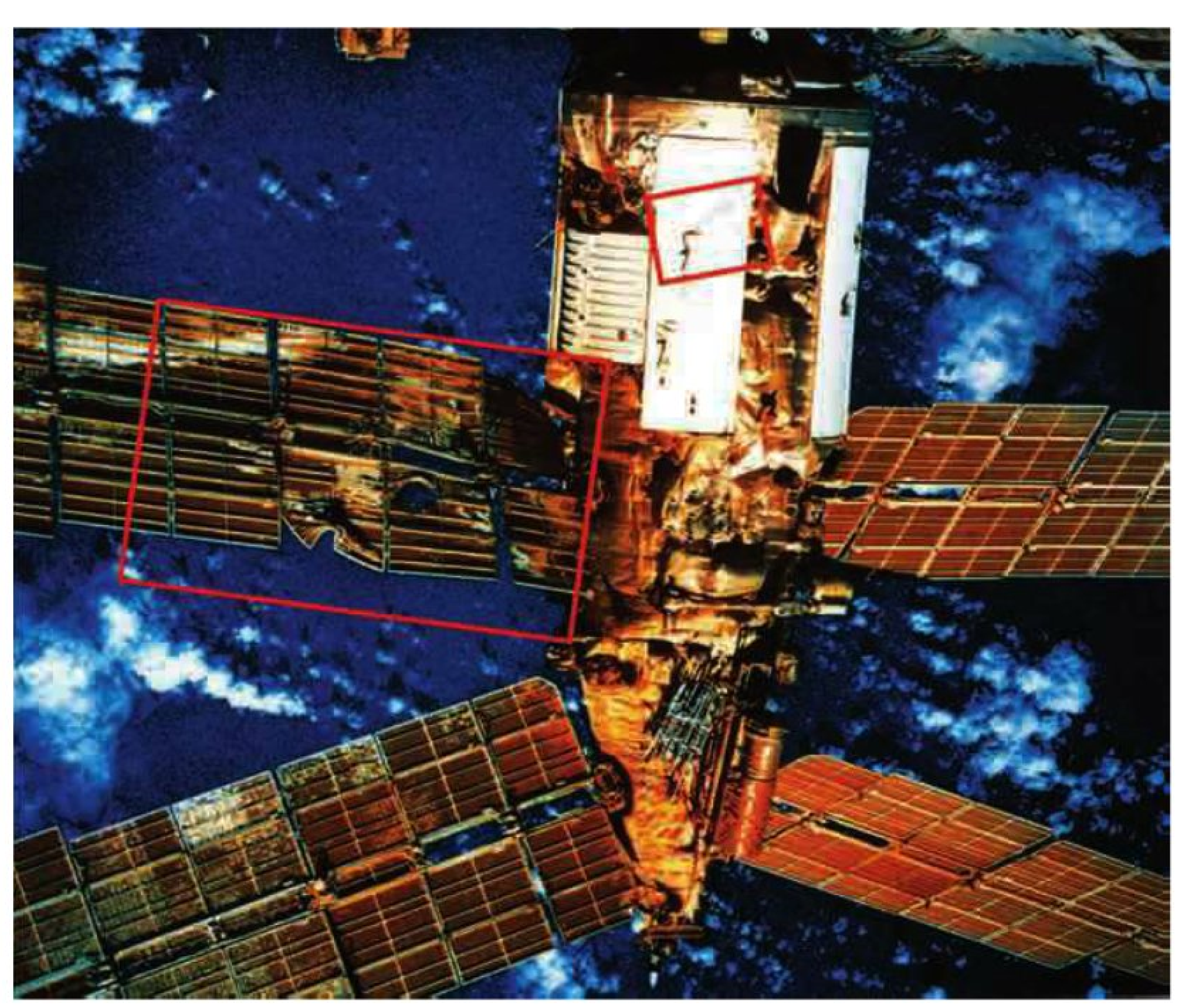
高精度 要实现超高精度的测量与控制，必须精确地测量和计算出双方的轨道、距离和速度，才能使两个航天器在同一轨道上运行。另外，两个航天器在对接时还要精确地控制它们的朝向，即姿态控制，使对接面处于相对的位置，而且两个航天器的对接面中心轴要在同一条对接轴上，如果错位就无法对接了。最后，还要求两个航天器在相互接近时相对速度趋于零，不能有激烈的碰撞。在两个航天器即将对接时，横向误差小于18厘米，姿态误差小于5°，相对速度小于0.2米/秒。

需研制出复杂而精巧的对接机构

对接机构由不少活动部件组成，一次对接要完成捕获、伸展、收缩、阻尼、锁定、解锁和分离等一系列动作，而且在太空高真空、超低温、微重力等条件下，机械活动部件容易出现故障。另外，对接



▶1966年3月，美国“双子星座”8号飞船与“阿金纳”火箭交会，准备进行世界首次空间对接



▶“进步”M-34货运飞船因交会与对接系统故障，撞坏“和平号”光谱舱和太阳能电池翼(图中红色方框所圈出的部分)



▶俄罗斯“进步”M货运飞船伸出对接杆准备对接



▶我国工作人员正在检查“异体同构周边”式对接机构

后的通道必须密封，以保证无气体泄漏。

如何实现交会对接

航天器在空间交会对接包括交会和对接两个部分。交会是指两个航天器利用测量设备按预定时间和位置相会；对接是指两个航天器通过对接机构相互接触、停靠并连成一个整体。所以，航天器之间要先通过测量设备交会，即相互接近，然后利用对接机构“合二为一”。

测量设备 是航天器之间进行交会靠拢的“眼睛”，目前主要有四种：一是微波雷达，其测量范围从相对距离100千米到100米，距离小于100米时误差较大；二是激光雷达，其测量范围从相对距离20千米到10米；三是光学成像敏感器，测量范围从相对距离100米到1米；四是对接敏感器，其测量范围从相对距离10米到0米。另外，还可使用卫星导航定位系统。所以，两个航天器相距较远时使用微波雷达、激光雷达、卫星导航定位接收机；相距较近时使用光学成像敏感器和对接敏感器。另外，交会测量设备在每个飞行阶段都应有备份。

对接机构 两个航天器要想在太空对接，主要依靠航天器上对接机构，它是航天器之间“手拉手”的“纽带”，具有关节的作用。目前主要使用两种对接机构：“杆-锥”式对接机构和“异体同构周边”式对接机构。

“杆-锥”式对接机构由“杆”和“锥”两部分构成，有主动和被动之分，“杆”为主动部分，装在追踪飞行器上，“锥”为被动部分，装在目标飞行器上。

对接时将“杆”插入“锥”内后，“锥”将杆锁定；接着，可伸缩的“杆”逐渐缩短，拉紧两个航天器；最终，对接面上的锁将两个对接面锁定。

其优点是结构简单，质量较轻；缺点是对接机构全部安装在航天器壳体内部，对接后占据较大内部空间，承载能力也比较低。目前，俄罗斯“联盟”系列载人飞船、“进步”系列货运飞船与空间站的对接均采用“杆-锥”式对接机构。

“异体同构周边”式对接机构中的“异体同构”是指追踪飞行器和目标飞行器上的对接机构采用同样结构，没有主动、被动之分；“周边式”是指机构不设置在中间，而是设置在周边（*“杆-锥”式是设置在中间*）。

对接时，追踪航天器上的对接机构伸出，周边的三个板状导向器完成导向作用，使两个对接机构准确的接触。锁定后对接机构回缩，对接面拉紧，最终锁定两个对接面，完成对接。

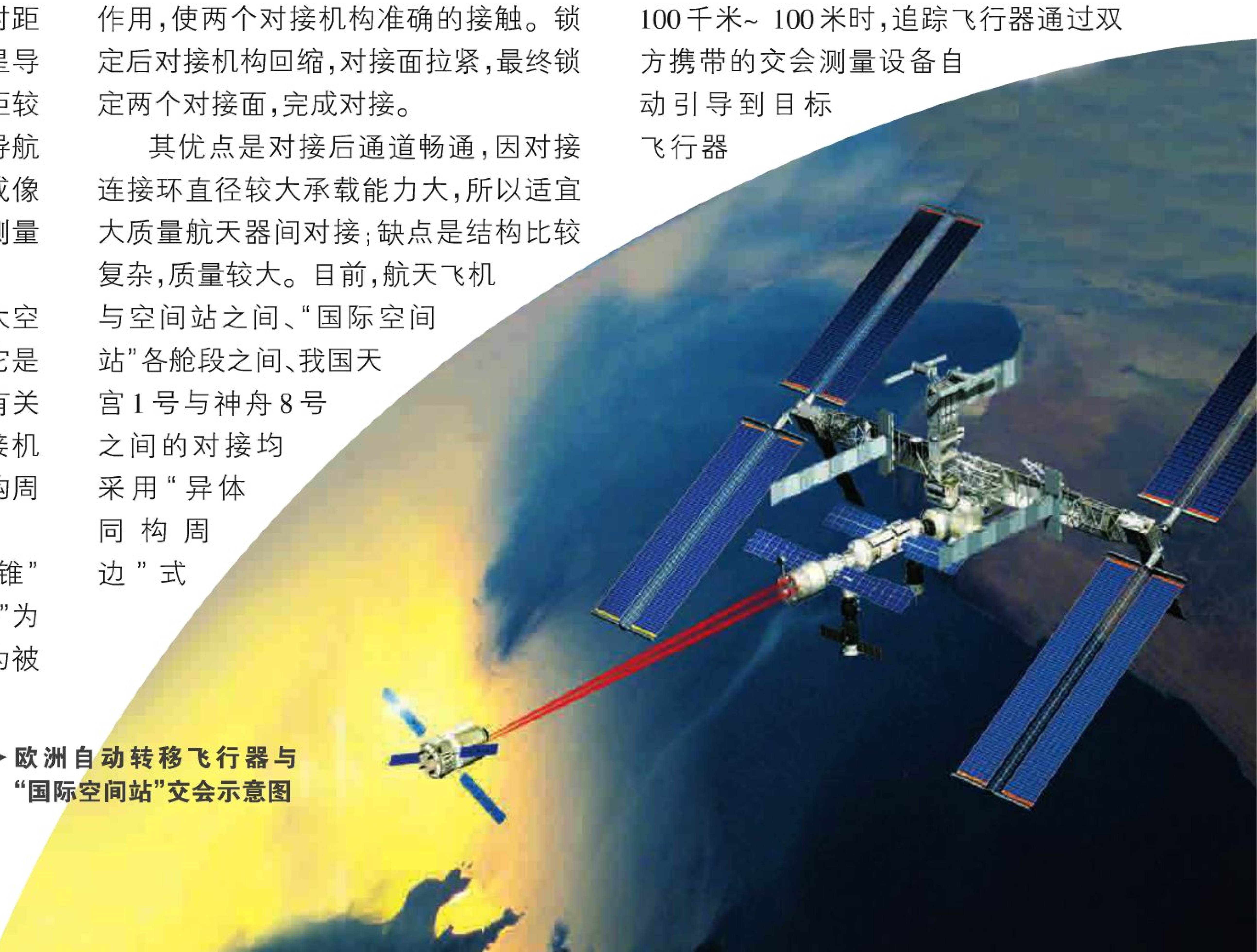
其优点是对接后通道畅通，因对接连接环直径较大承载能力大，所以适宜大质量航天器间对接；缺点是结构比较复杂，质量较大。目前，航天飞机与空间站之间、“国际空间站”各舱段之间、我国天宫1号与神舟8号之间的对接均采用“异体同构周边”式对接机构。

“异体同构周边”式对接机构大体上有两类：导向器外翻和内翻。外翻的只在1975年美苏飞船对接飞行时使用过。目前使用的都是导向器内翻，优点是对接后机构组件全部在对接面里侧的增压舱内，便于航天员检查维护；对接面直径更大，承载能力更强。

纵观国外航天器的空间交会对接，尽管并不完全一样，但基本过程很相似，大致分为四个阶段。

地面导引阶段 刚开始，作为追踪飞行器的航天器要在地面控制中心的操纵下，经过若干次变轨机动，进入到追踪飞行器上的交会测量设备能捕获目标航天器的范围，一般为100千米以内。

自动寻的阶段 在两个航天器相距100千米~100米时，追踪飞行器通过双方携带的交会测量设备自动引导到目标飞行器



▶欧洲自动转移飞行器与“国际空间站”交会示意图

附近，进入对接走廊。

最终逼近阶段 在两个航天器100~1米时，追踪飞行器利用测量系统精确测量两个飞行器的距离、相对速度和姿态，同时启动小发动机进行机动，使之沿对接走廊向目标最后逼近，此时两个航天器的相对速度约3~1米/秒。

对接合拢阶段 在两个航天器相距1米以内时开始轴向对齐，追踪飞行器关闭发动机，发出对接信号，伸出对接机构。目标飞行器打开撞锁，追踪飞行器以0.1米/秒的停靠速度与目标接触，在结构上实现硬连接，包括管道、线路连接。

此外，当两个航天器对接成功并完成了空间任务后，往往还有一个脱开和分离过程，它也属于空间交会对接的技术范畴。撤离过程与交会对接过程正好相反，实现“1-1= 2”。

中国式太空约会

我国首次空间交会对接的各阶段与国外大同小异，分为远距离导引段、自主控制段、对接段、组合体飞行段、再度对接和分离撤离段实施，可以说既步步惊心，又步步放心。

远距离导引段 “神舟”8号飞船入轨后，在测控通信系统的导引下，进行了5次变轨。

自主控制段 分为3个阶段：从52千米到5千米的寻的段，从5千米到140米的接近段，从140米到对接机构接触的平移靠拢段。

从相距52千米距离到对接，为了保证每一步准确对接，降低风险，中间设立了四个停泊点，即进行了四次“刹车”，分别是5千米、400米、140米和30米。既是为了切换敏感器和控制模式，进行例行“体检”，把轨道调整到理想位置，也是控制上的可靠性备份措施，合格方能“放行”。一旦出现问题，“神舟”8号可以通过地面控制撤离到上一个停泊点等待故障处置。因此，四个停泊点就像是轮船入港前的锚地，走一段停一停，一方面可以避免走得太快发生碰撞，另一方面也提供了处置突发故障的时间。

由于空间技术成熟，俄罗斯现在已经没有这样复杂的过程，美国在对接时虽然也有停泊过程，但也不像我们有这么多环节。中国航天首次实施交会对接，航天专家们还是希望更加稳妥，确保两个飞行器的安全。

在这四个停泊点中，5千米停泊点最重要。对于两个飞行器来说，它是一个相对安全的距离。其次是30米停泊点，就像临门一脚，多个发动机同时工作，把两个飞行器拉过来，接合到一起，技术含量最高。140米停泊点处要测试对接机构传感器，确定“神舟”8号的对接状态是否已经到位。

从相距52千米直至交会对接，作用距离较远的微波雷达率先工作；进入20千米后，精度较高的激光雷达开始工作；进入100米时，使用更加精确的CCD光学敏感器。这三台交会对接测量设备，完全由我国自主研制。

对接段 北京时间11月3日1时36分，“神舟”8号和“天宫一号”在我国甘肃、陕西上空实现了刚性连接，形成组合体，交会对接完成。

从接触到最后的锁紧仅用了8分钟，比原计划缩短了7分钟。“神舟”8号和“天宫一号”实现刚性连接后，通过制动控制系统，接通两个航天器的电气液路通道，进行信息和能源并网。

第1次对接的整个过程正好处于夜间，即太阳光无法照射的阴影区，肉眼很难看到，只能通过专业手段进行观测。因为在地面无法完全模拟太空中的阳光强度，为避免强光对测量设备的干扰，所以首次交会对接在地球阴影区进行。

第1次、第2次对接时都是在我国甘肃、陕西上空进行，两地地面测控站比较密集，属于搭界弧段，可实现测控全可见。同时，甘陕两地又处于天链1号的01星和02星中继卫星的覆盖地段，能保证“神舟”8号和“天宫一号”交会对接阶段过







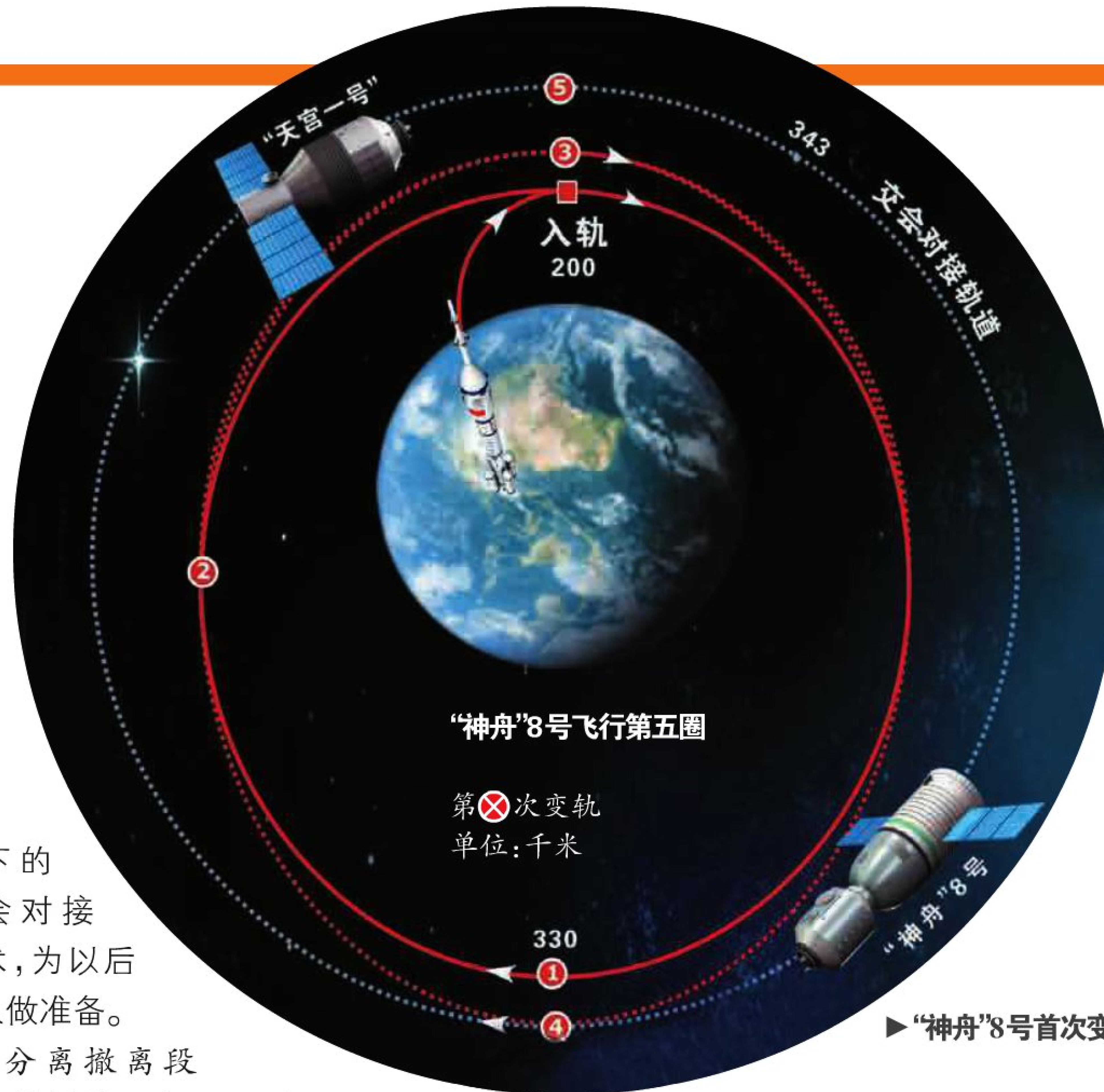


1、美国航天飞机与“国际空间站”对接

2、“神舟”8号进入寻的段示意图

3、“神舟”8号与天宫一号“缓冲”示意图

4、“神舟”8号的自主控制段的3个阶段



▶“神舟”8号首次变轨

程都在我国观测范围内，一旦出现紧急情况，及时进行处理，保证各类操控的可靠性。

组合体飞行段　天宫1号负责组合体飞行控制，“神舟”8号处于停靠状态，如果出现故障，“神舟”8号可以立即“替补”。组合体内部环境的统一控制是未来载人空间站运行的重要技术。虽然因无人参与，这次试验对大气环境不进行验证，但两个飞行器之间的通道是否畅通至关重要。

组合体飞行几小时后，开始180°转身，“神舟”8号跑到前面，因为处于停靠状态，发动机不再工作，以节省能源，完全靠“天宫一号”在身后“发号施令”。

进行组合体飞行和控制试验，难度也很大。首先两个航天器对接后变成一个质量和体积都非常大的柔性结构，这在姿态和轨道控制上有很大难度。其次对接后“神舟”8号属于停靠状态，飞船上的一些组合体飞行不必要的设备处于关机和休眠状态，只有保证自身平台运转和保证热控需要的设备在运行。

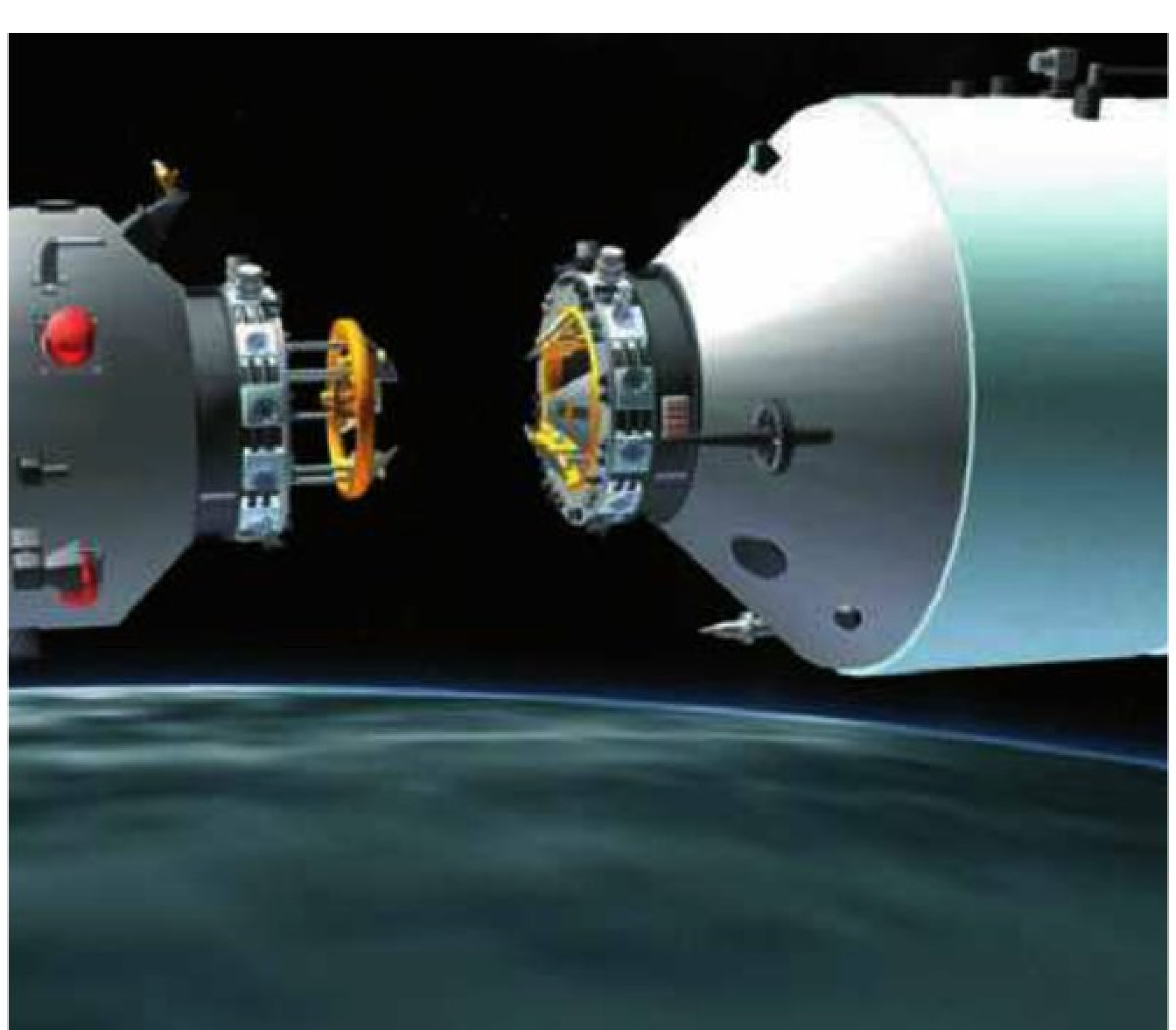
再度对接段　组合体于11月14日进行了第2次交会对接试验。其目的是再次验证交会对接技术及对接机构等部件工作的可靠性与稳定性，进一步考核对接机构的重复使用性能，为未来的“神舟”9号、10号载人打基础，增加空间试验的子样，以获得最大的效益。它主要试验在不同的光照条件下空间交会对接的效果。第1次对接是在地球阴影区进行，没有太空中强光的影响，对接非常顺利。第2次对接在光照区举行，以考察测量设备在光照干扰下的工作情况。所以，实施两次交会对接可以检验不同环境下的交会对接技术，为以后载人做准备。

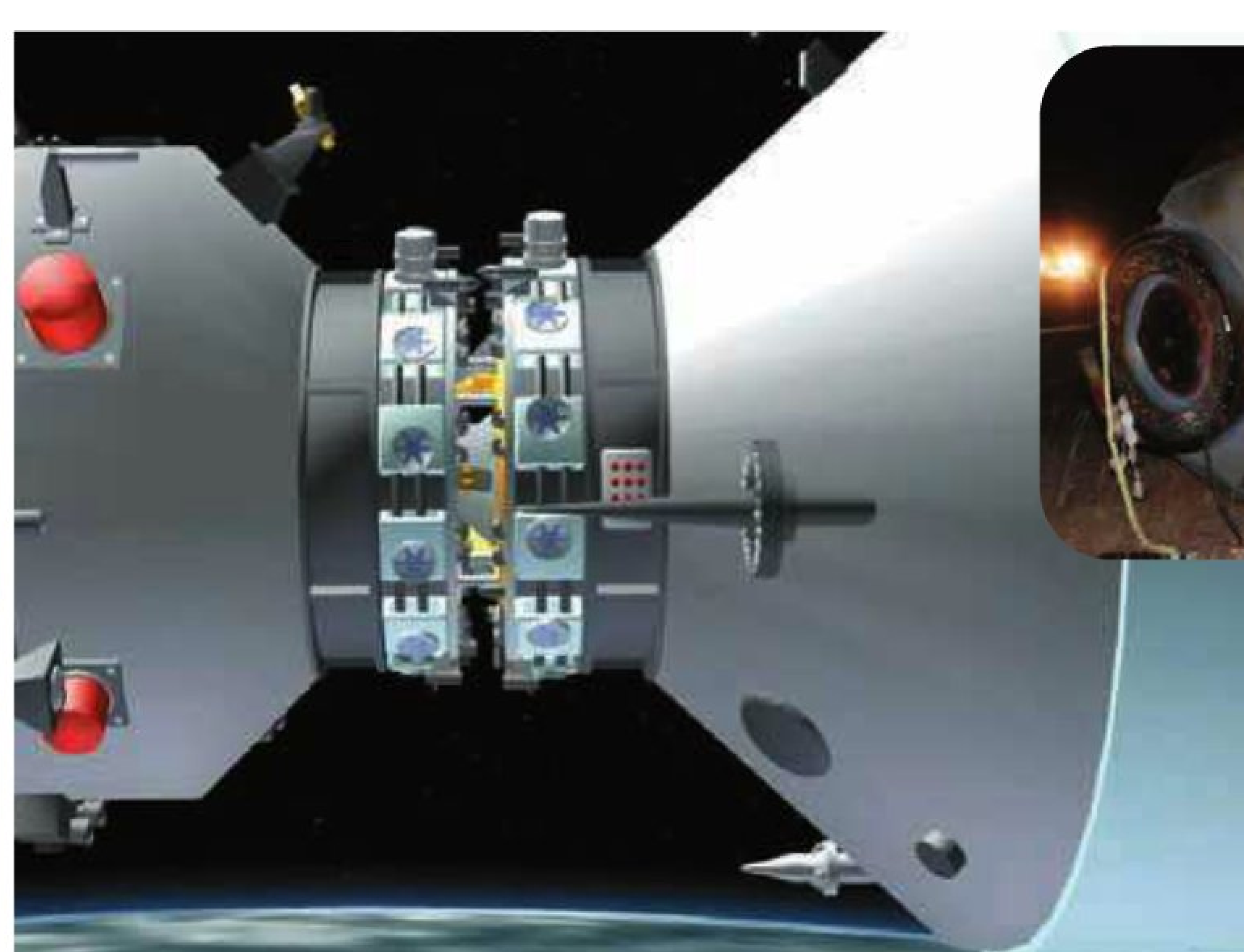
分离撤离段　组合体继续飞行2天后，进入分离撤离段，“神舟”8号缓缓转身180°，与“天宫一号”行驶方向一致，同时加速飞行，撤离至与“天宫一号”相距5千米以外的安全距离，交会对接试验结束。此后，“神舟”8号飞船返回舱返回内蒙古主着陆场。

两个飞行器分离与对接一样重要，一旦无法分离，未来载人航天器上的航天员就可能面临巨大风险。自动分离一旦出现故障，可进行手动分离，将两个对接机构掰开。此外，还能采用火工品将对接机构炸开，实行强行分离。

对接机构上有12把结构锁，每把锁的拉力都是数吨级。为保分离采取了4重备份。“神舟”8号锁钩自动解锁失效时由“天宫一号”锁钩解锁。如果仍然不行，则先用火工品炸断“神舟”8号锁钩。仍然无效时，最后的选择就是把“天宫一号”的锁钩炸毁。万一发展到这一步，“天宫一号”的对接机构永远失效，无法迎接下一艘飞船。不过，“神舟”8号与“天宫一号”的2次分离相当顺利。

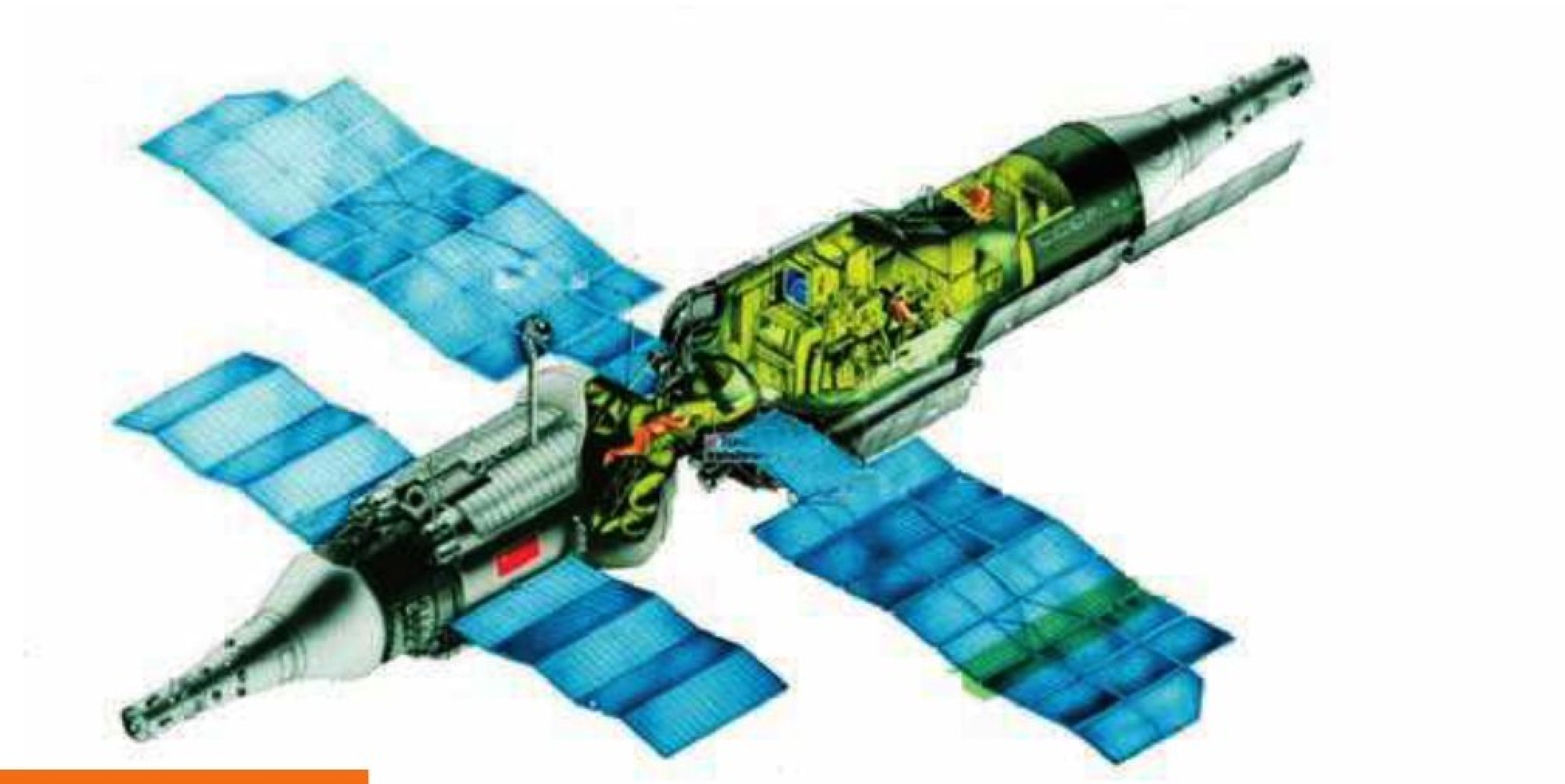
[链接]在空间交会对接的2个航天器中，1个称目标飞行器，一般是空间站或其它的大型航天器，作为准备对接的目标，交会对接时保持稳定状态；另1个称追踪飞行器，一般是地面发射的宇宙飞船、航天飞机等，交会对接时要通过变轨来追赶目标飞行器，实现两者的交会对接。在我国首次空间交会对接中，天宫1号是目标飞行器，随后发射的神舟8号飞船是追踪飞行器。


▶“神舟”8号伸出对接机构准备对接示意图


▶“神舟”8号与“天宫一号”“拉近”示意图


▶11月17日19时32分，"神舟"8号飞船返回舱在内蒙古四子王旗着陆

天宫的铠甲
空间站面临的威胁及防护



▶"钻石"军事空间站

无论空间站是否具备军事用途，都是一个国家重要的太空资产，面临着来自自然和人为的种种威胁，为此，美苏在空间站发展之初就研究和制定了多种防御和防护计划。随着空间站在太空探索和应用的发展，特别是空间站军事地位的日益突出，空间站的防护将成为人们关注的焦点。

文/王继新 姜伟

空间站面临威胁分析

总体来讲，空间站面临的威胁可以分为自然和人为两大部分。自然威胁有微流星、陨石、空间射线等，人为威胁可以分为有意和无意两类。例如，空间碎片是人们在开发太空资源时无意中产生的垃圾，而对航天器的军事或竞争性破坏则是人为有意的威胁。无论威胁来自哪里，空间站都必须具备对其的防御和防护能力。

空间碎片及陨石 空间站在太空中时刻都可能面临着大小各异的陨石与空间碎片的威胁。目前，环地球运行轨道上的空间碎片总数已经超过4 000万个，总质量已达数百万千克，而大于10厘米、地面望远镜和雷达能观测到的空间碎片总数已经超过1万个。可以这样说，目前太空中大于10厘米的人造物94%是无用的空间碎片，只有约6%是仍在工作的航天器。众多的"碎片级"太空垃圾来源于各种航天器、仪器、运载工具的解体。而导致解体的原因有多种，如剩余燃料爆炸、电池爆炸及军事活动的有意爆炸等。到目前为止，各种航空仪器的解体事件共发生了近200次，产生了万余块碎片。比如1961年6月29日，运载"子午仪"卫星的运载火箭发生爆炸，产生了296块可跟踪的碎片，使当时的空间物体数量增加了4倍。这些金属废料具有很高的动能，在太空中的运行速度可达每秒16千米。一个在较低轨道上运行的卫星与太空碎片相遇时的平均碰撞速度为每秒10千米，一个直径只有1厘米大小的颗粒就能释放一颗手榴弹爆炸的能量。毫米级和微米级空间碎片尽管看起来微不足道，但是对于航天器的威胁不应忽视。毫米级空间碎片有可能穿透数毫米厚的舱壁，导致航天器彻底失效；微米级碎片虽然不会立即影响其工作，只是在航天器表面留下不大的撞击坑，但是日积月累，形成"千疮百孔"，航天器表面材料应有的性能也将改变甚至丧失，例如辐射器表面形成的"蚀坑"使其辐射和吸收热量的能力改变，可能导致温度控制失灵。

1996年7月，法国一颗名叫"樱桃"的军用卫星被一块太空垃圾击中，而这块公文包大小的垃圾是10年前法国"阿丽亚娜"火箭末级爆炸后产生的残骸，碰撞使卫星严重倾斜，曾经一度失去控制。更多的撞击事件是由小的碎片造成的。从空间回收的航天器表面上通常是伤痕累累。1983年6月美国航天飞机"挑战者"号以每秒5 000米的相对速度与0.2毫米宽的含钛油漆碎片相撞，在舷窗上产生了一个4毫米直径的深坑；1999年6月"发现者"号航天飞机返回后发现机身上有64处撞击痕迹，其中舷窗受到50次撞击。再如，在这些碎片的作用下，著名的"哈勃"望远镜已经伤痕累累，外表遍布凹坑和划痕。2007年6月在太空行走的俄罗斯宇航员发现国际空间站外壳上和太阳能电池板有多个弹孔大小的洞，美俄为此采取了紧急措施。由于空间站需要在太空长时间运行，少则数年，长则十余年，因此这些已经成为"太空垃圾"的空间碎片对空间站的威胁是时时刻刻的。



▶欧洲航天局发布的电脑合成照片，蓝色地球已被不计其数的"太空垃圾"所包围

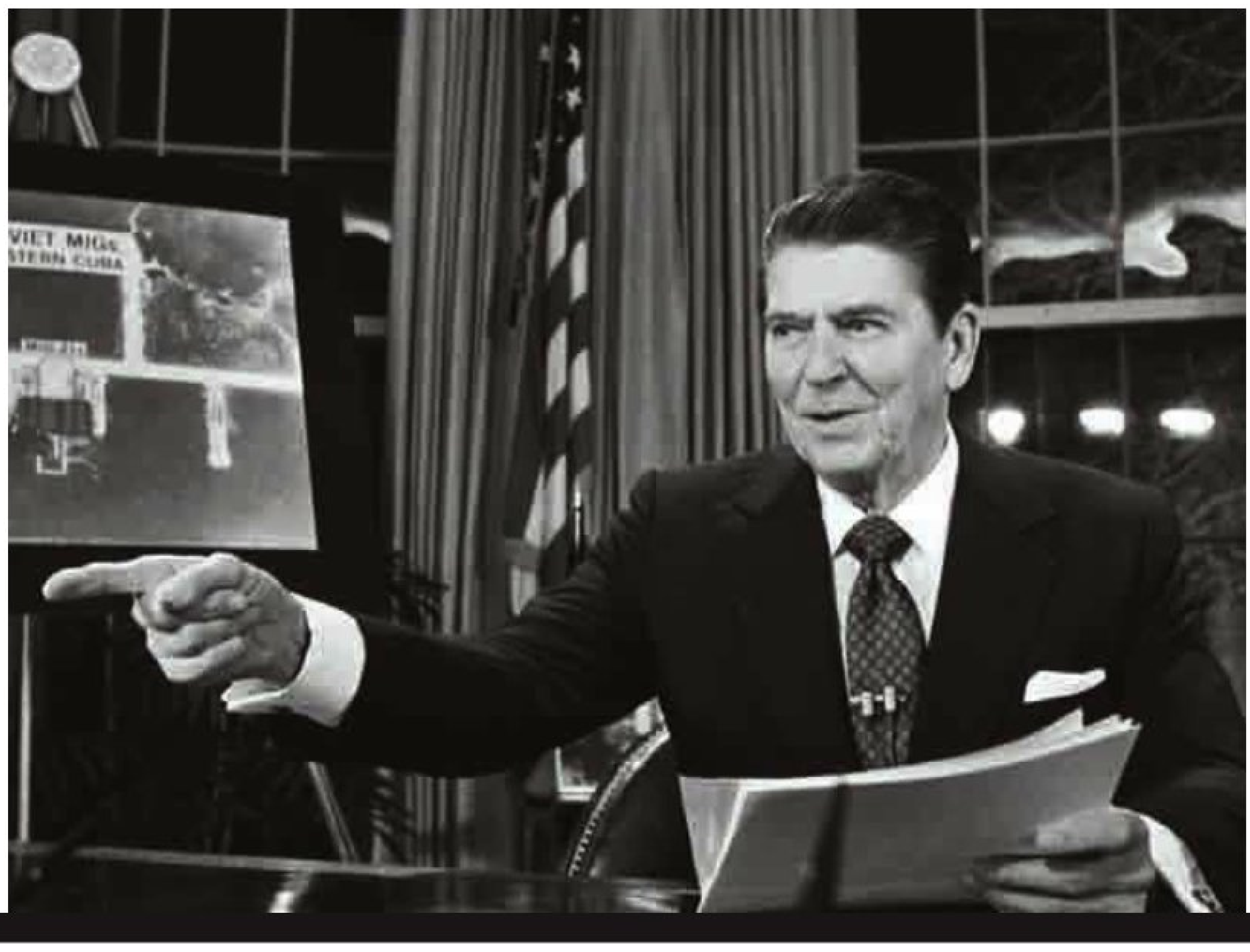


▶欧洲宇航局绘制的"太空垃圾"低空绕地球飞行的电脑效果图

太空辐射 与空间碎片相比，太空辐射对于空间站设备仪器和人员的威胁更是无时不在、无处不在的。宇宙中存在着各种射线，对人员的伤害是毋庸置疑的，对电子设备也存在着程度不同的干扰和破坏。世界各国航天员在飞行中都随身带有辐射计，以便随时掌握辐射剂量。苏联"联盟"35号飞船飞行了175天，航天员所接受的辐射剂量竟达到7雷姆，这引起了航天医学专家们的重视。美国的"阿波罗"飞船中的航天员，在一次飞行当中，眼睛出现了闪光感，专家们认为这是宇宙辐射的高能粒子作用在视网膜引起的生物效应。航天员于航天当中接受的剂量多少还与轨道高低有关系，轨道高，接受的剂量便大；轨道低，接受的剂量就小。像美国"天空实验室"空间站的航行高度要比苏联"礼炮"号空间站的高度高，在太空实验室里的航天员所接受的辐射剂量，平均要比"礼炮"空间站里航天员要多。太空射线的辐射



▶美国"载人轨道试验室"是纯粹的军用空间站，用KH-10相机对苏联、中国等一切感兴趣的国家甚至盟国进行照像侦察，图为其剖面



▶1983年3月23日，美国总统里根提出发展建立有效的反卫星与反导系统应对苏联威胁，这就是"星球大战"计划，总预算高达1万多亿美元。1970年代早期，苏联领导层已决定紧追美国发展"暴风雪"航天飞机项目。"星球大战"又使苏联的航天项目变成一系列空前庞大的工程

对空间站中的电子元器件也会产生电离作用使其效能降低或报废。

动能硬攻击 目前的小型空间站重18~20吨，中型空间站100吨左右，大型空间站在400~500吨以上，都是空间的庞然大物。这些庞然大物目标体积很大，容易被击毁，特别是在执行侦察、指挥和通信中继等军事任务时，要求在低轨道上运行，更容易被发现和击毁。小型空间站的易损性比卫星大10倍，大型空间站的易损性比卫星大百倍。业余的航天爱好者用肉眼或简单的望远镜就能准确发现和跟踪空间站。例如，我国天宫一号发射不久，日本天文爱好者就宣布用普通望远镜发现了天宫的轨迹。如果从地面打军用卫星（*特别是低轨道侦察卫星*），用探空火箭或中程导弹即可，更不用说美国、俄罗斯和印度已经掌握反卫星技术。此外，利用报废但可控卫星撞击或阻塞空间站轨道，也是未来可能用于攻击空间站的方法，因为它大多逐渐迁移到空间站运行的低轨道空间。2009年2月11日，一颗已经报废的俄罗斯军用通信卫星与美国一颗商用通信卫星在西伯利亚北部上空约790千米处相撞，这是人类太空史上首次发生的两颗大型卫星相撞事件。实际上早在冷战时期，苏联就曾开发了攻击卫星（*即所谓的"太空地雷"*）以攻击美国在轨卫星。可见，空间站面临着来自地面和太空的动能硬攻击威胁。

轨道拦截 利用先进的空间交会和对接技术实现与目标飞行器的接近与对接，就可以拦截甚至捕获卫星或空间站，这也是空间站面临的重大威胁。美国空军在60年代提出的"载人轨道实验室"（MOL）计划中，空间站能进行卫星检查和拦截，测定轨道轰炸系统的精度。美国在2006年启动了"初期自动机器人技术"（FREND）项目，旨在研制、验证空间自动机器人技术，通过立体成像技术和多自由度机器人的有机结合，实现自动捕获没有安装对接装置的空间物体。虽然美国宣称其主要目的是航天器抢救、维修，但该技术与非合作目标的对接能力就使其可接近拦截捕获或破坏空间站等目标。以后衍生的美国"轨道快车"计划可以利用自主空间运输和机器人(ASTRO)从补给星中取出燃料，通过自主交会接近目标卫星，然后由ASTRO上的机械臂捕获目标卫星，并将其拉近；当ASTRO与目标卫星间的距离不足10厘米时，由ASTRO上的对接机构固定住目标卫星上的目标部位，完成"软对接"。接着，在ASTRO与目标卫星之间建立传输数据的链路，两者的燃料口实现对接，形成密封的管路，对目标卫星进行在轨加注。这种项目的军事意义显而易见。

其它 除了上述威胁外，空间站还可能面临着诸如激光、电磁脉冲、电子干扰等诸多威胁。激光不但可以破坏空间站上使用的光学望远镜中的电子感光元件，而且可能伤害望远镜使用人员的视力，特别是随着激光技术的发展，其可以通过热融破坏空间站结构，造成这一威胁的还包括微波武器。通过专用的电磁脉冲发生装置可以在空间站附近产生短暂但强烈的电磁脉冲流，通过空间站天线等部件耦合进入电器设备，使其烧毁或降低效能，导致空间站失控。电子干扰是所有人为威胁中最容易实施的，通过对空间站无线通信、探测雷达等无线电设备的电子干扰使空间站与地面失去联系或失去对周围环境的感知能力。

可见，空间站面临的卫星种类繁多，技术机理复杂，因此在空间站发展伊始，美苏就设计过形形色色的防护措施，其中有些技术至今仍在使用。

空间站的防御与防护

从美苏空间站的防护措施来看，不分针对自然威胁还是针对人为威胁，这些措施通常是可以相互发挥作用的，大致可分为主动防御和被动防护两类。

加装主动防御性武器 这是典型的主动防御措施。虽然空间站空间狭小，对载荷要求苛刻，但为了提高防御能力，美苏都曾在这方面做过尝试。1970年以后，苏联同时进行了两个空间站计划：军用的"钻石"计划和民用的"礼炮"计划。由于保密要求，"钻石"空间站对外也借用"礼炮"系列的名称，如"礼炮"2号、"礼炮"3号和"礼炮"5号，其实都是"钻石"空间站。原来的主要任务是进行军事侦察，但苏共中央委员会要求将其建成"太空堡垒"，除了进行军事侦察外，还要完成太空作战任务。为此，苏联科学家在"钻石"空间站内设计安装了1门23毫米机关炮，能对敌人的卫星、飞船和拦截导弹进行打击。当然，在当时的技术条件下，这种武器的瞄准能力较差，必须移动整个空间站才能使火炮对准目

标。有消息称，苏联在一次太空飞行中使用这种机关炮进行了试射，结果非常成功，不仅安全性和可靠性好，而且能准确击中目标。这种武器不但可以防御，还可以实施进攻。以后，苏联在“和平”号空间站后部的光谱舱内安装了专用火控传感器系统，准备装备“奥克塔瓦”型拦截火箭。它可以由舱前端指挥位置的航天员进行操作，分为可在底部弹射的3枚小型火箭和由压力舱顶部气闸弹射的1枚大型火箭，通过空间站前部的光学和雷达瞄准跟踪系统，可击毁接近的空间目标，甚至进行弹道导弹拦截。光谱舱原定于1991年9月发射，进行一个月的秘密试验，然后与“和平”号对接，但该计划随着苏联的解体被搁浅。

攻击告警与探测 要实现对空间站的防御就必须具备对攻击威胁的感知和探测，这种告警和探测系统可以是空间站自身携带的，也可以是地面部署的。空间站携带光学或雷达探测器可以对敌方反卫星手段和反卫星武器进行识别、探测和报告，对己方系统受到的威胁进行预警，并进一步评估和定位，确认其威胁的类型以及危险程度，然后再决定采取哪些措施进行防御，空间站威胁预警技术是对卫星进行主动防御的前提。

前面提到的苏联“和平”号空间站为配合光谱舱中的拦截火箭工作，就设计安装了告警和瞄准系统。其中，里拉光学传感器可识别弹道导弹弹头和卫星，确认目标后启动舱上的“布顿”雷达跟踪系统。该系统设计用于跟踪弹道导弹再入和卫星，跟踪数据将传递给拦截火箭以击毁目标。PIM-K则是改进的多光谱探测装置，用来分辨弹道导弹的再入段载具和诱饵。美国在1986年开始研究空间飞行器的主动防护措施，即“星载攻击报告系统”，之后又启动了“微型攻击报告系统”和“轻型攻击报告系统”的概念研究工作。另外，当时的弹道导弹防御局也于1991年开始进行“卫星攻击告警与评估飞行试验”，用来测试传感器对预定环境中模拟威胁的告警能力。

1999年，美国空军空间司令部倡议实施“卫星威胁预警与攻击告警”计划，其目标是探测、识别对卫星的射频和激光干扰及大功率微波和激光攻击，描述威胁特征和攻击类型，评估卫星系统受影响程度，警示卫星及地面站注意并做出反应。此外，美国还建有庞大的地面告警观测系统。例如，美国空军的“快速攻击识别、探测与报告系统”（RAIDRS）在美国航天器受到袭击时，能够使美军对情况有一个全面的了解。RAIDRS首个面向计算机的软件部分于2008年嵌入卫星地面控制站。这样，地面站能够更好地操作和解读从航天器上下载的数据，并由此做出决策，确定航天器是被袭击还是受太空环境的影响。

我国为了保护天宫一号在轨运行的安全性，科技工作者制定了专门的预警机制，分别使用地面和太空观测系统对其进行连续不间断的观测，以防御空间碎片撞击和其它意外的发生。

轨道高速机动 轨道机动是空间站具备的基本能力之一。但为应对可能威胁，空间站需要具备高速机动能力，以便躲避那些可观测到的大的空间碎片和探测到的导弹或卫星攻击。一方面由于空间站运行轨道相对固定，易于被敌方空间目标监视系统捕获、定位和跟踪。如果空间站利用轨道机动技术不定期地改变运行轨道，则可以有效降低被敌方空间目标监视系统捕获、定位和跟踪的几率，以保障正常工作。另一方面空间站在发现导弹攻击或存在卫星碰撞危险后，可以紧急机动变轨躲避，例如，“和平号”空间站1999年8月报废，2001年3月，俄罗斯通过飞船先后三次发射助推器，帮助“和平号”矫正姿势后进入大气层焚毁。

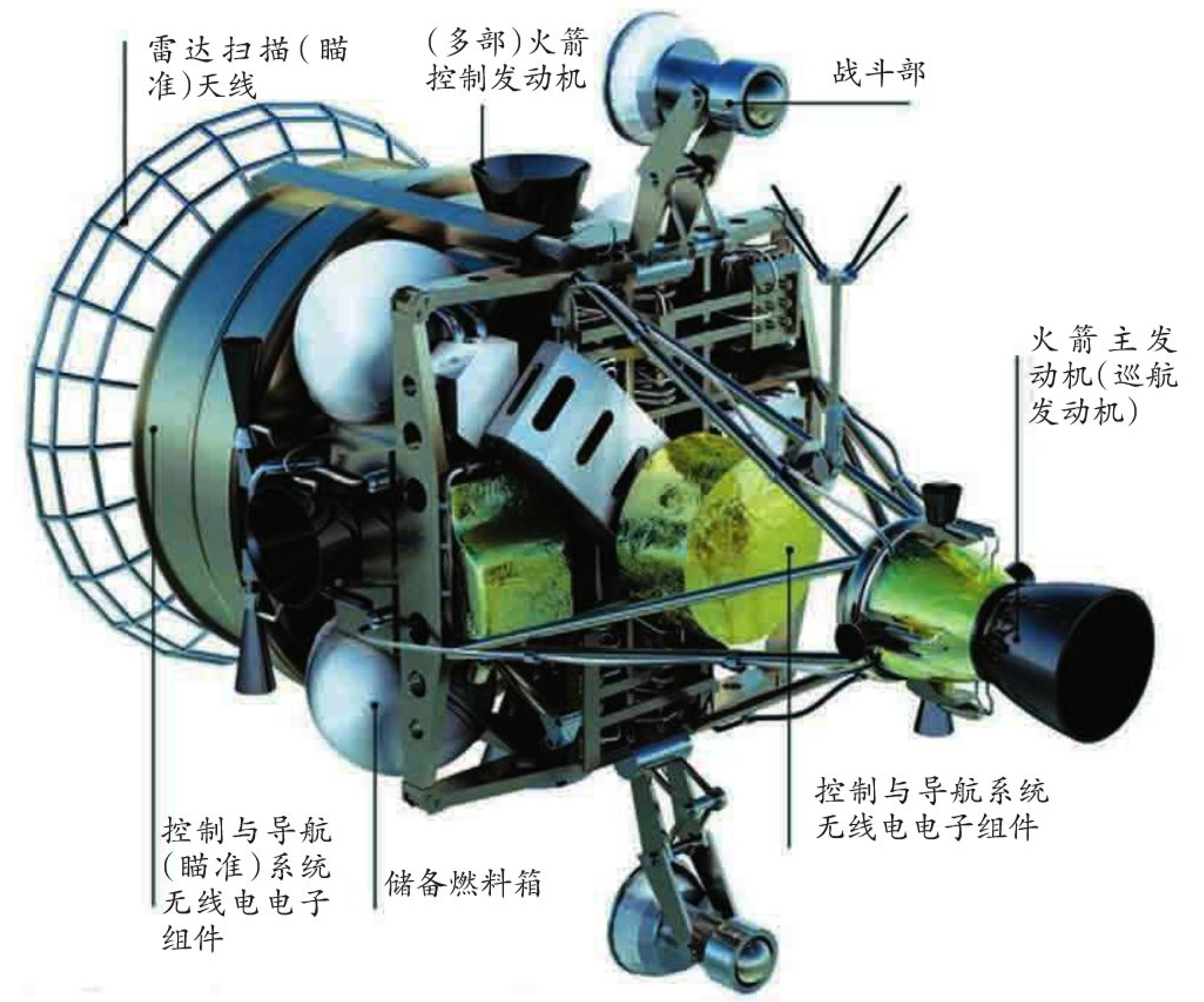
对站体进行全面加固 对空间站进行全面加固是其应对威胁的根本途径。目前的加固主要包括结构加固、抗核加固等几大类。

首先，结构加固使空间站具备了一定的抗碎片、导弹，甚至子弹撞击的能力。空间站的结构大多采用铝、镁、钛等轻合金和增强纤维复合材料，外部由烧蚀材料层和不锈钢蜂窝夹层组成防热外壳，内部是铝蜂窝夹层结构的密封舱体，用多根锻铝纵梁加强，这是空间站防护的最后一道屏障。因此优选表面材料、改变结构和增加厚度是提高空间站抵御外部攻击的根本途径。我国的天宫一号自身带有防护板，可遮挡微小碎片对飞行器的撞击，而其自身2~3毫米厚的特殊金属外衣也能起到很好的防护作用。增加舱壁的厚度对防止空间辐射也非常有效。例如,对于太阳质子事件来说，当质量屏蔽的厚度由2克/厘米^{2}增加到10克/厘米^{2}时，造血器官所受到的辐射剂量减少5倍。但加装护层也有很多局限，会对空间站实现自身功能造成影响，且重量增加也就需要更大推力的火箭才能完成发射。

其次，抗核加固是冷战时期美苏航天器的普遍做法，为了防止高空核爆炸对卫星及星上电子设备造成高压击穿、器件烧毁、电磁加热、浪涌冲击和瞬时干扰等破坏。虽然美苏在空间站上没有专门的设计，但双方在类似的飞行器中都采用了类似措施。例如，美国第一代的“军事星”就采用了抗核加固措施。“军事星”计划是20世纪80年代初冷战时期美国针对苏联制定的一项庞大研制计划，旨在建立一个在核战中和核战后均能生存、三军通用、抗干扰能力强、具有可靠性和高保密性的军用通信卫星系统。为了确保在核战条件下的生存能力，这些卫星采用先进的抗核加固和抗干扰技术。如果要将空间站用于军事目的，抗核加固措施是不能不考虑的措施。抗核加固实际就是加强飞行器外舱，以阻绝



▼1965年12月4日和12月15日，『双子星』7和『双子星』6A飞船相继升空，两船尝试进行了世界首次太空轨道交会，保持0.3至90米间距飞行长达5小时。图为由『双子星』6A的宇航员拍摄的『双子星』7飞船



▼切洛梅设计的杀手卫星类似于太空地雷，当它在太空中侦测到卫星时，靠近目标引爆，将其炸毁

核爆炸产生的X和R射线对人员的伤害；屏蔽电子元器件，以避免核电磁脉冲对电器的破坏等。

实际上，我国天宫一号在多元备份方面一定程度上实现了加固的目的。例如，其中500余台大小设备经过地面的大量试验，科研人员在参考同类设备实际飞行结果数据的基础上，针对各种可能出现的故障提前制定了几百种预案，从系统到分系统到单机，各级、各层面上都做了备份，保证“天宫一号”各部件的正常运转。在一些关键设备的控制上，还设计了“双保险”，比如无人期间设备自动控制，有人时还可以让航天员参与进行人工控制。这些措施可以在一定程度上避免各种撞击和类似核爆的故障影响。

激光与电子干扰防护 前面提到的结构加固和抗核加固措施对抗击强激光同样有效，因此这里的激光防护主要是针对空间站上的光学仪器的激光攻击。美国在开展激光武器研制的同时就已开展了激光的防护研究。早在1989年，美国政府就对所有装备部队和正在研制的武器系统做出了必须具备抗激光防护能力的明确规定。根据美国国防部的计划，西屋电气公司研制成功氧化钒防激光涂层，用来保护卫星上的红外探测器免受激光武器的破坏。当强激光照射到卫星上镀有氧化钒膜的红外敏感窗时，具有光开关特性的薄膜立即防止激光通过，保护光电传感器。据称，这种薄膜由二氧化钒和三氧化二钒组成，厚度达1微米，可正常工作25年。有报道称，这种被称为“眼睑”技术的防护措施已经应用于“锁眼”-12光学侦察卫星。

针对航天器无线电系统面临的射频干扰，美国采用了天线抗干扰、扩频抗干扰、星上处理和扩展频段等技术进行防护。例如，美国的“国防卫星通信系统”3的多波束天线（含19个发射波束和61个接收波束）能够根据敏感器探测到的干扰源位置，通过波束形成网络，控制每个波束的相对幅度和相位，使天线在干扰方向上的增益为零。该系统在1966年还采用了扩频多址技术，并将这一技术扩展到了目前使用的“军事星”、“租赁卫星”和“舰队卫星通信系统”上。美国“军事星”2有8副可控点波束天线和2副调零点波束天线（能针对上行链路干扰自动调零），还有6副分布式用户覆盖天线。“军事星”系列还采用了星上处理技术，使上、下行链路之间去耦，上行干扰不再对下行链路产生作用，同时设法避免转发器被推向饱和。这些技术有些已用于美国和苏联的空间站无线通信，对空间站抗电子干扰发挥了重要作用。

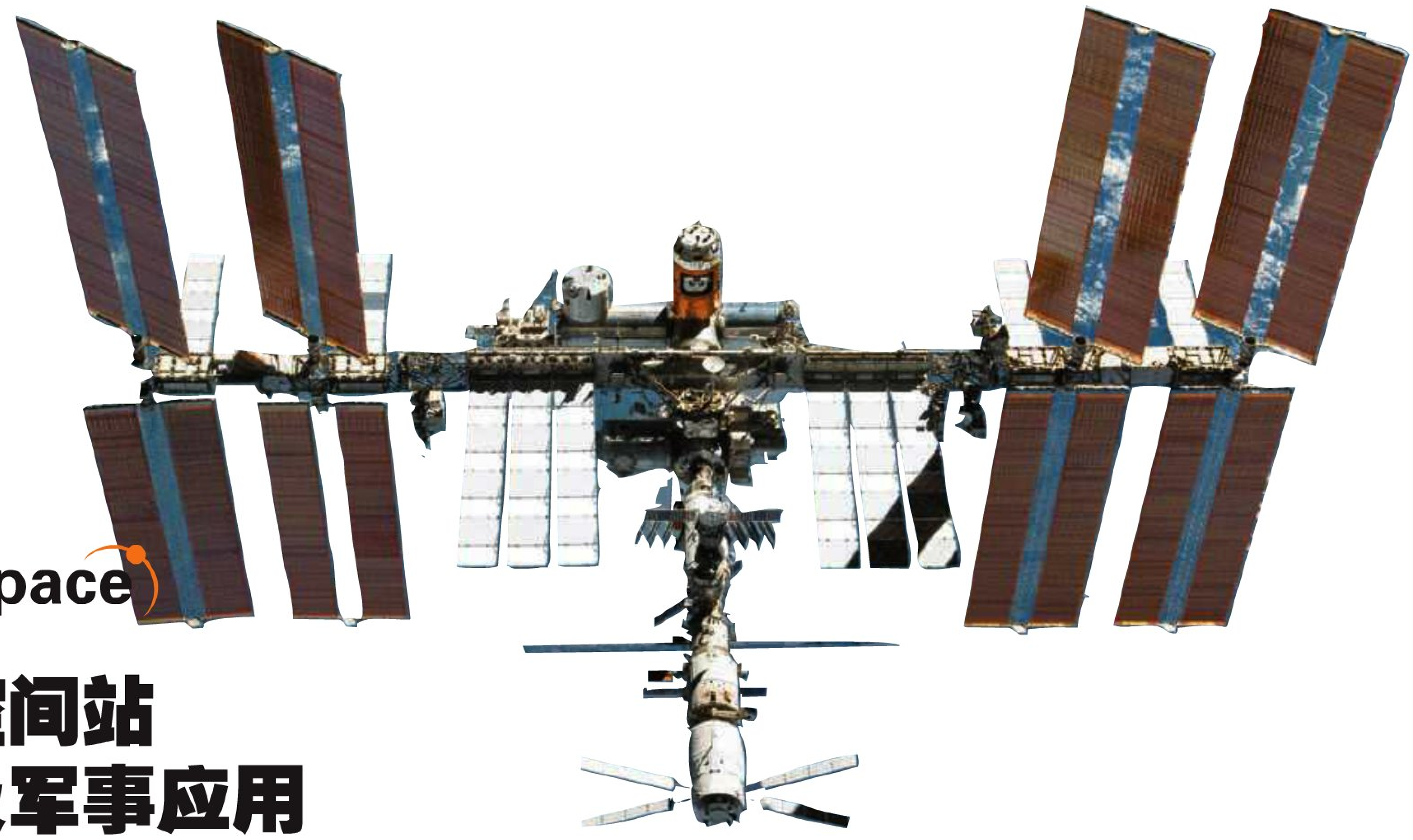
加装防护屏网 空间碎片危害航天器的最主要特征是超高速撞击现象。对于毫米级空间碎片，采用设置防护屏的防护结构方案被证明是现实有效的措施。苏联和俄罗斯曾研制了飞行器专用的防护屏，选择相应的材料制作，并制成网状，重量轻、保护性能好，以每秒5千米速度飞行的太空碎片与其碰撞后会瞬间变成粉末。在网状的防护屏上还涂了一层特殊材料，当太空碎片与其发生碰撞时，碰撞产生的能量使其与太空垃圾发生爆炸式的化学反应，类似坦克的反应装甲，大大促进了太空碎片变成粉末的过程。网状防护屏还能使与其碰撞的太空碎片横向面积增大，降低碰撞的强度。因此，研究人员将这种保护法称为力学-化学保护法。据悉，研究人员用速度达每秒7千米、直径1厘米大小的铝球粉向防护屏幕射击的地面试验中获得了成功。我国目前的天宫一号也设计有防护板，可以阻挡一定大小的碎片撞击，使空间站得到保护。

空间站在轨修复 对空间站的在轨修复是战时空间站防护能力的重要体现，美国和苏联都曾进行过类似的试验与实践。美国已进行的航天器在轨修复工作均需要航天员的参与。1984年和1992年在航天飞机上，美国航天员对轨道上出现故障的卫星进行了在轨修复的试验。美国航天员曾在1991年、1993年、1997年和2002年分别前往“哈勃”太空望远镜执行了在轨维修工作。美国目前正在大力发展服务于在轨航天器的修复技术。前面提到的“轨道快车”计划中的ASTRO即是这类航天器，其不仅可以将燃料输送给目标星，还可以输送轨道更换单元，对目标星进行电池更换、部件升级等维修工作。美国“天空实验室”计划实施中也多次进行过在轨修复工作。

部署周边防御体系 空间站的防护不可能是孤立的，需要天地之间、天天之间密切的配合。例如，美国和苏联/俄罗斯都建有庞大的地面观测和指控体系，目前美国正在开发对航天器防护的天基防御体系。美国空军在2002年提出天基防御性空间对抗武器技术概念，即用以保护大型重要航天器的专用微卫星技术。微卫星装有空间监视装置、攻击告警装置和针对威胁的对抗装置。这种保护大型航天器的微卫星概念将局部空间区域的态势感知，针对攻击的诱骗、阻挡或拦截等主动防御功能集于一体，是一种主动型的防御性空间对抗武器技术。它的提出、研制和以后的实际使用，对空间对抗的作战样式和空间对抗武器技术的发展都可能有重要的意义和影响。

总之，对空间站的防护与防御能力是整个空间站应用能力的重要组成部分，在军用空间站方面尤为重要。相信空间站防御能力也将随着对航天器攻击能力的发展而“道高一丈”。

[文章编码0107]



Aerospace

国外空间站发展及军事应用

从1971年世界上第一个空间站——苏联"礼炮"-1(Salyut-1)空间站的发射,到今天的国际空间站,空间站已经历了40年的发展,实现了苏联/俄罗斯、美国的政治目的,也在某种程度上带来了一定回报,包括军事回报。

文/张 蕊　张浚乾

国外空间站历程

20世纪60、70年代,美国和苏联为了争夺世界霸权,在航天领域展开了激烈的竞争。在苏联1961年实现人类首次载人航天飞行后,美国1969年也首次登陆月球。此后,苏联先后研制并发射"礼炮"-1到"礼炮"-7空间站,掌握了空间站建造和人在轨驻留基本技术。与此同时,美国也在1973年发射了第一个空间站——"天空实验室"。

苏联从1986年开始建造"和平"号空间站(Mir),突破了人在太空长期生存与工作的技术,并使有人参与的空间科学研究与实验进入新的历史阶段。

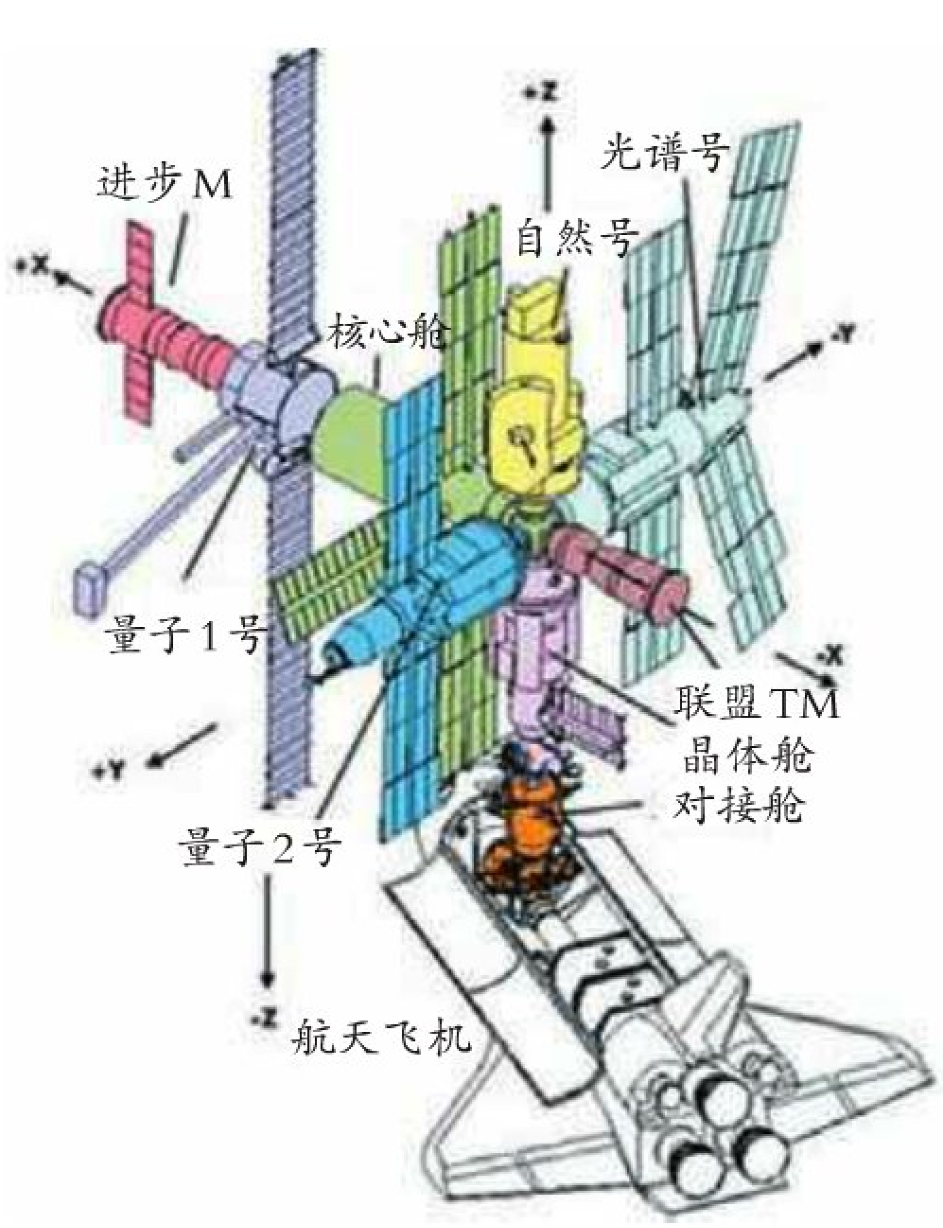
苏联解体后,在1990~1995年间,美国提出了国际合作项目:以美、俄为主,联合其它国家,建造并运行大型的国际空间站(ISS)。与"和平"号空间站一样,美国联合合作伙伴在国际空间站开展科学、技术等方面的应用与合作。

苏联/俄罗斯空间站 1971年,当美国正在全力以赴开展"阿波罗"登月计划时,苏联发射并试验了人类第一个空间站——"礼炮"-1,从1973年至1976年,苏联又发射了"礼炮"-2至"礼炮"-5四个空间站,是苏联第一代空间站,先后在轨运行约10年。1977年和1982年,苏联分别发射了"礼炮"-6和"礼炮"-7,是第二代空间站。

第一代空间站只有一个对接口,不能进行补给和燃料加注。这批空间站都是先无人发射,然后再用飞船将航天员送入站内。第一代空间站主要有2种类型:"钻石"军用空间站与"礼炮"民用空间站。为了混淆西方侦察人员,苏联/俄罗斯将它们都称为"礼炮"号空间站。苏联的设计人员在20世纪70年代研制了好几个"钻石"空间站的舱体,后来苏联/俄罗斯的上层决定用这些舱体建造民用空间站。

第一代空间站组成大致相同,重约18~18.9吨,总长16米,最大直径4.1米,可居住空间85~90米^3。它由对接舱、轨道舱和服务舱三部分组成。位于头部的对接舱顶端有一个供"联盟"号飞船对接的锥形舱口,航天员和物资由此舱口进出。中部的轨道舱是空间实验室的"心脏",航天员在里工作、进餐、休息。位于尾部的服务舱,是空间站的控制舱段。

从"礼炮"-6开始,俄罗斯空间站进入了第二代,相对于第一代的一个明显变化就是航天员的驻站时间由短期改为长期。空间站尾部增加了一个与"进步"





▶"和平"号空间站与航天飞机

号货运飞船对接的端口，货运飞船可以对空间站进行补给。

1986年2月，“和平”号空间站的发射开启了俄罗斯第三代空间站的发展历程，它是世界上第一个采用多模块积木式构型的长久性空间站，是“礼炮”号空间站继续发展的必然结果。“和平号”空间站包括六个舱，其中一个核心舱，五个实验舱，分别是“量子”-1舱、“量子”-2舱、晶体舱、光谱舱和自然舱。全长87米，质量达123吨（如与航天飞机对接则达223），其中核心舱发射质量21吨，长13米。“和平号”空间站最大特点是有六个对接口，因此核心舱不仅能用于航天员生活居住、控制整个空间站正常运行，还先后对接上了五个专用实验舱，形成了庞大的空间复合体。

“和平号”空间站原设计寿命5年，实际寿命15年。来自俄罗斯、美国、日本等12国的108名航天员到访“和平号”，进行了广泛的空间科学研究、空间组装维修和国际合作等。

美国空间站　20世纪70年代，航天飞机项目占据了NASA绝大部分的财力、物力和人力，空间站项目仍然引人注意的重要原因是“天空实验室”的存在，它从“阿波罗”应用计划中脱颖而出，继承了“阿波罗”计划的部分元件。

1973年5月，美国第一个空间站——“天空实验室”发射升空。总长约36米，直径约6.7米，最大宽度27米，包括飞船重约90吨。它由“土星”工作舱和“阿波罗”飞船两部分组成。在轨运行6年多，先后有9名航天员分三批次在站上工作，进行了天文、地理、遥感和生物等研究以及维修工作。

从尺寸和成就方面来说，“天空实验室”是一个出色的空间站，但是它不带有再补给长期系统，航天员的生活必需品和实验品均在第一次发射时携带上天。因为“天空实验室”没有变轨机动能力，所以在大气阻力作用下，轨道不断衰减，于1979年再入大气层烧毁。

美国航天飞机在1981年实现了首次飞行，空间站又一次成为了美国在太空的下一个计划。在此期间提出了“自由号空间站”计划。但由于技术复杂、费用太高，因此“自由号空间站”方案一变再变，最后利用苏联解体的机会，通过与俄罗斯的合作，大量借用俄罗斯的技术，开始了“国际空间站”（ISS）的建造。

国际空间站是有史以来规模最大的国际航天合作计划，以美国、俄罗斯为主，联合日本、加拿大、巴西和欧洲航天局成员国等16个国家共同建造和运行，集中了世界主要航天大国各种先进设备和技术力量，其复杂性和技术先进性是以往的任何航天器都无法比拟的。1998年11月，ISS第一个舱段——“曙光”舱发射升空，目前ISS美国段基本建造完成，俄罗斯段将于2012年基本建造完成，运行至2020年后。

空间站已经接待了29个长期考察团驻站工作，常驻人员6人，开展了大量的空间科学研究与实验活动。ISS目前已基本组装完成，体积837米^3，总重量417吨，在轨14个增压舱。ISS的美国段主要包括“团结号”、“和谐号”和“宁静号”节点舱，“命运号”实验室，“寻求号”气闸舱，“圆屋顶”观测舱。俄罗斯作为ISS的重要合作伙伴，为ISS提供的部件仅次于美国。目前ISS上的俄罗斯段主要包括五个舱：“曙光号”多功能舱、“星辰号”服务舱、“码头号”对接舱、MRM-2研究实验舱和MRM-1对接和货物存储舱，2012年还将发射一个科学实验舱。

ISS总体设计选择了桁架挂舱式结构，即以桁架为基本结构，其它舱段和各种服务设施挂靠在桁架上。站上各种结构件、舱体、设备和供给由航天飞机和一次使用运载火箭分多次运往轨道，然后由站上的航天员和遥控机械臂在轨道上进行组装，逐步形成规模庞大、结构完善的空间站。

国外空间站军事应用计划

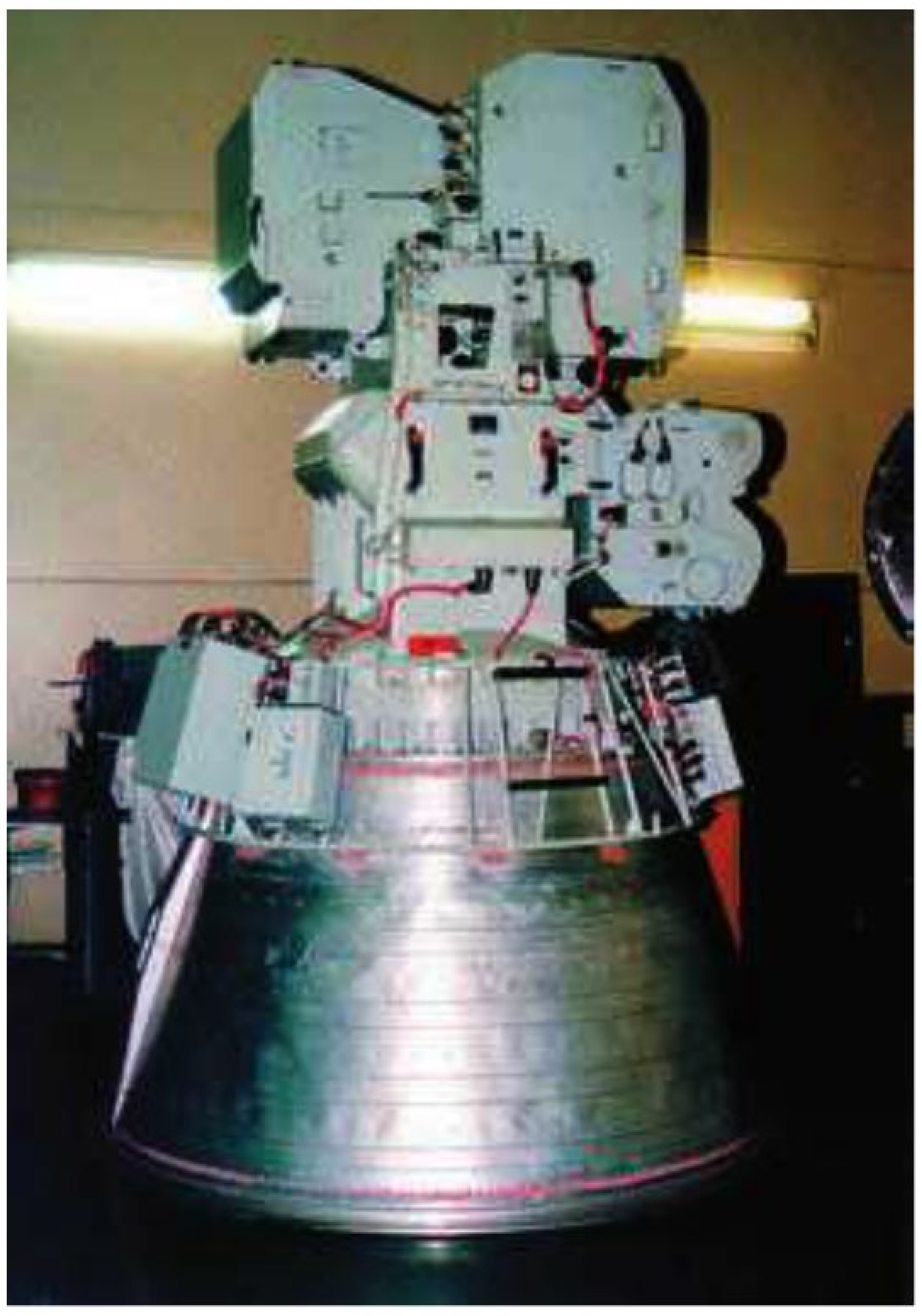
美国和苏联是最早开发空间站技术的国家，虽然两者最后走了两条各自不同的发展之路，但他们将空间站用于军事用途的目的从其发展伊始就有。目前的国际空间站的是在和平利用的前提下，开展科学应用，其中对地观测和技术验证具有潜在的军事用途。从美俄发展的历史来看，军事侦察和监视是在空间站上实验最多的军事项目。

苏联/俄罗斯　20世纪70年代初到80年代中期，苏联曾发射了两代7艘“礼炮”号空间站和1个“和平”号空间站，成为世界上使用空间站经验最为丰富的国家。这些空间站大多数都具有一种或多种军事用途。

在苏联的军用空间站上，最主要的任务是从事有人参与的军事侦察活动。苏联对空间站军事应用的态度大体上可以分为三个不同的阶段：20世纪70年代为积极开展阶段，标志是接连发射3个军用空间站，代号“钻石”（外称“礼炮”，本文均称为“礼炮”）；80年代为试验探索阶段，标志是在“礼炮”7号空间站上进行了大量的军事应用试验；90年代至今，为消极放弃阶段，其标志是俄罗斯参加美国的国际空间站计划，“和平号”空间站对美国航天员完全开放。

苏联在“礼炮”1号飞行期间就曾经进行过导弹观察试验，在随后的“礼炮”号空间站上又进行过类似的试验。1974年发射的“礼炮”3号和“礼炮”5号空间站，是专门的军用空间站，运行轨道为适于进行侦察的低轨道。“礼炮”3号的航天员一共完成400多项军事研究与实验，其中包括拍摄大量的军事侦察照片，采用的是“玛瑙”-1型照相侦察系统，是可变焦距的胶片型相机，焦距最长可达6.375米。据俄罗斯发布的消息称分辨率优于3米，但外国专家认为该相机能获得优于1米（还有人认为优于0.45米）的图像。除此之外，空间站还携带有ASA-34R测绘相机、“伏尔加”红外相机等侦察设备。航天员负责操作相机，回收胶片，并将胶片放入回收舱中返回地面。

1982年4月发射的“礼炮”7号空间站上的航天员一直在进行军事活动。其中最主要的是空间照相侦察与监视，其约60%的时间从事对地侦察和大气层研



▶“玛瑙”-1型照相侦察系统

究，“礼炮”7号上的航天员使用的是MKF–6M多光谱相机，装有6个镜头，4个记录可见光，2个记录近红外光，分辨率20米，每次曝光可覆盖35 000千米^{2}的地球表面，对自北纬51.6度至南纬51.6度地带的所有国家和地区进行普查性照相侦察。苏联曾透露，该空间站曾观测了中苏、中蒙、中印等大范围边界地区。

1984年6月，“礼炮”7号与6颗低轨道成像侦察卫星配合，在海湾上空执行监视任务。“礼炮”7号做了多次轨道机动，使其能在6月16日、18日、20日和22日连续4次隔日飞经该地区。为利用适当的日光条件，“礼炮”7号的轨道有意偏东4°，使空间站在当地时间8:30左右朝北飞经伊拉克的巴士拉上空。在当地时间下午4:30左右朝南飞经伊朗——伊拉克战区上空，在这两个时刻的太阳高度使地面目标有较长的阴影，易于识别。

据美国情报人员分析，除执行军事侦察任务外，苏联“礼炮”7号上的航天员还进行了大量的空间军事行动以及协助陆、海、空军的军事训练，包括地面烟雾释放训练，反弹道导弹、激光武器、反潜探测等多项军事试验。

另外在“礼炮”军事空间站的项目中，苏联还秘密研制了一种有人操纵的高分辨率雷达空间站，但受苏联内部政治斗争的影响，这个项目在70年代初被取消了。之后改为18.5吨重的无人航天器，1986年才发射升空。

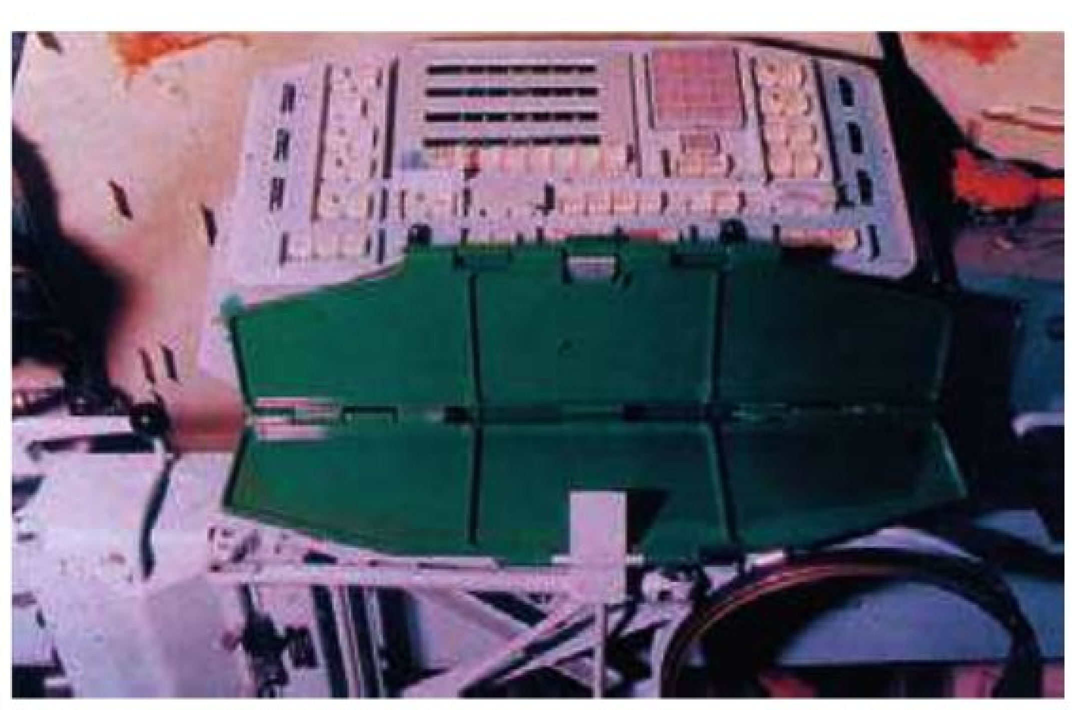
1986年发射的“和平”号空间站比“礼炮”7号先进得多，它具有增强的太阳能和电力系统、更高的计算能力，以及独立的航天员座舱。1987年5月，美国国防部长温伯格称：“苏联‘和平’号空间站几乎全部是为军事活动服务的。”在“和平”号首次飞行中，即进行了利用数据中继卫星进行了通信试验，此后又进行了天文观察。这些探查可为维持一些专用设备的方位提供有用的数据，使其精度达到角秒级，对于粒子束和定向能等需要精确瞄准的武器具有重要意义。

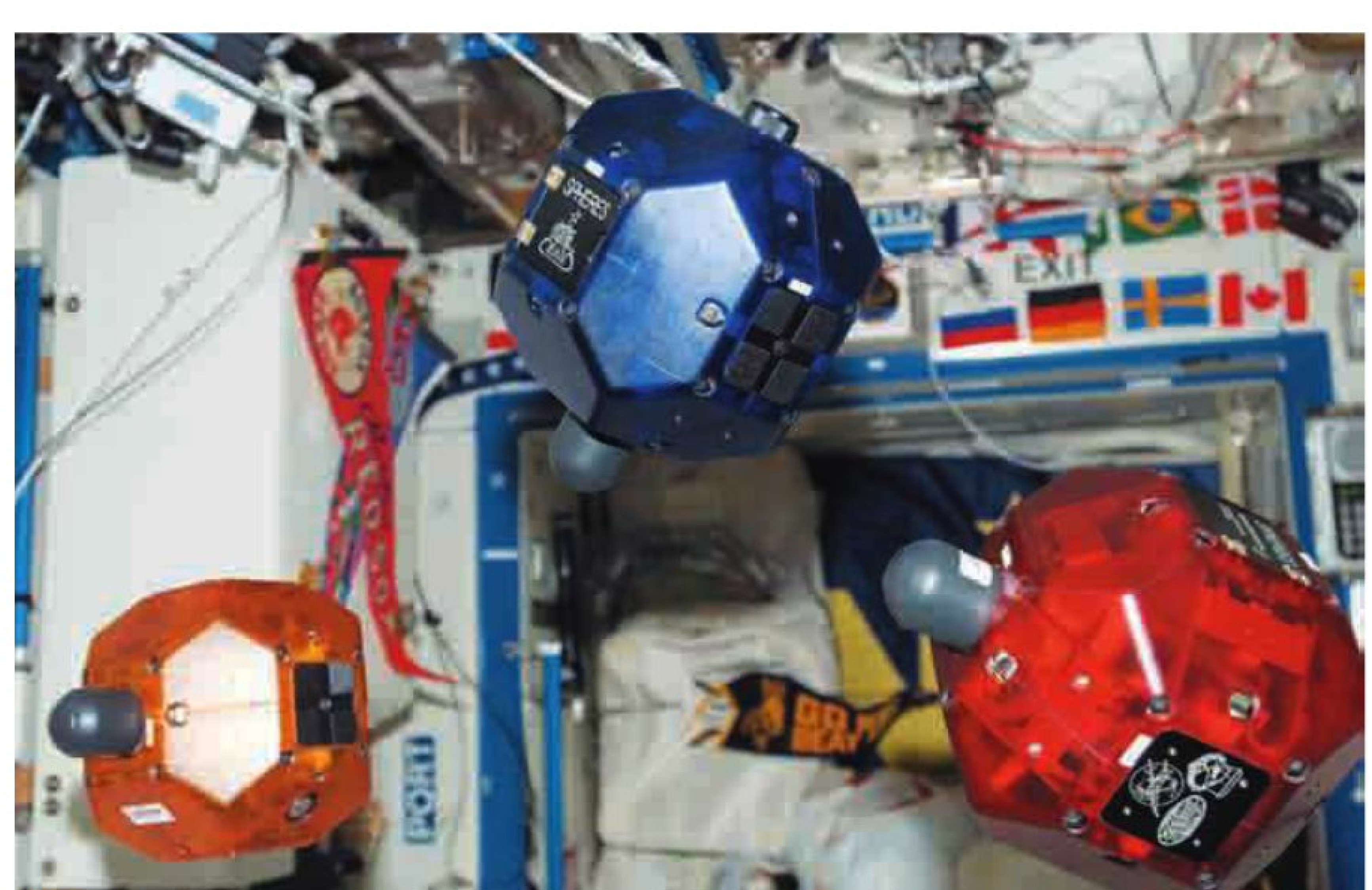
“和平”号空间站的照相侦察能力较“礼炮”号也有进一步的提高。1987年7月苏联官方宣布“和平”号空间站拍摄的地球表面彩色照片的分辨率已达到6米，比当时美国“陆地卫星”–5的30米和法国SPOT卫星的10米分辨率都高，陆地卫星可看到舰船，SPOT卫星能照出桥梁，“和平”号空间站则能辨认出救生艇。

苏联曾将“和平”号空间站确定为苏联战略防御计划的试验基地。1987年6月，“和平”号空间站使用了一束激光瞄准和跟踪了苏联发射的一枚洲际弹道导弹。1988年苏联“暴风雪”号航天飞机从拜科努尔航天基地首次发射时，“和平”号上的航天员使用一种类似美国“星球大战”计划中准备用的导弹跟踪传感器进行了飞行全过程的观察。这些能力对弹道导弹防御至关重要。

以后，随着苏联的解体，俄罗斯为筹措资金而开始将空间站作为太空实验室，逐步减少了空间站的军事活动。但是其始终有将空间站用于军事的准备。例如，俄罗斯在“国际空间站”中始终保存有待击的手枪，俄罗斯航天管理部门和美国宇航局的官方人士都没公开这一事实。手枪位于与国家空间站对接的俄罗斯“联盟”号返回舱内座椅之间的一个特别装置内，不但可以在航天员返回地球着陆时以防万一，也随时可以占领国家空间站，甚至在舱外一定距离内可以对航天飞行器进行射击。

美国 20世纪60年代初期美国就提出了研制军用的“载人轨道实验室”（MOL），就是一个小型军用载人空间站，研究人在空间的军事活动能力，并开发相关技术。这是美国空军规模最大和投资最多的一项军用载人航天器发展计划。其主要任务是研究用载人航天器作为地面军事行动指挥部的可能性；检查和摧毁敌对的卫星和飞船；对地面进行摄影侦察；进行电子侦察，主要是对苏联和中国进行侦察，后来又增加了卫星检查、测定轨道轰炸系统的精度、战时对军事行动进行指挥控制、评估航天飞行对人体的影响以及电子侦察等任务。在



1 | 2
3 | 4

1、照相操作站
2、遥控照相控制台
3、窗口观测研究设施
4、研究人员正在做同步位置保持、轨道预定、再定向试验卫星试验



▼卫星俯瞰『9·11』时的纽约

1965年8月正式获得总统批准。MOL由经过改装的“双子星”飞船(称为“双子星”X,后改称“双子星”B)与飞行实验舱连为一体组成。1969年由于美国倾全力发展登月计划,耗资近14亿美元历时多年的MOL计划被取消。

1973年5月,美国利用“阿波罗”登月计划的成果及剩余的“土星”运载火箭、“阿波罗”飞船等物资实施了“天空实验室”计划。这实际上是美国的试验性空间站,共进行过4次发射,先后接纳过3批航天员,每批3人,在站分别工作了28天、59天和84天,进行了270多项研究实验。“天空实验室”的轨道工作中完成了战略通信和对地面实施战略侦察等多种军事任务,共计拍摄了4万多张地面照片,较为系统地对中国、苏联战略武器设施及海军潜艇活动进行了观测试验。在“天空实验室”上,与军事有关的任务主要是考察人在空间长期生活和工作的能力以及对地进行侦察的能力。“天空实验室”于1979年7月11日坠入大气层烧毁,随后美国走上一条先发展航天飞机再发展空间站的道路。

1984年1月25日,美国里根总统批准航天局建造“自由”号永久载人空间站的建议。虽然这是一个多国合作项目,但国防部对载人空间站的长远军事应用做了广泛研究,认为载人空间站系统将在空间控制、空间保障、武力应用、战略防御倡议(“星球大战”计划)实施等方面发挥作用。国防部报告提出了包括对地直接观测、地理定位、海上监视、评估航天员支持空中、陆地和海上作战的能力、导弹发射的预警、空间跟踪、天基通信、空间系统的维护修理等13项未来空间站军事试验需求。

1986美国国防部成立了军事载人航天(MMIS)项目办公室。该项目作为国防部空间试验计划(STP)的一部分,用于评估人在空间或从空间执行军事作战任务的能力,确定人在空间对提高作战能力的潜力和作用。MMIS项目办公室组织研究选定了一些军事载人航天实验项目,其中最多的是观测类的实验,但最终这些项目都没有完成。同年年底,美国国防部一反过去“不参加永久性航天站”的立场,向美国宇航局提出,要作为用户使用永久性载人空间站进行军事研究和技术试验。虽然后来由于“星球大战”计划的夭折,“自由”号的宏伟计划未能如愿,但美国之后在航天飞机上做了大量类似的军事试验,包括对地观测、侦察、监视、预警、气象、跟踪目标、发射军用卫星等。国防部还特别详细地研究了人在空间的作用,以此为将来在空间站上的军事载人活动做准备。

虽然以后美国空间站计划主要立足于国际合作,在空间站上开展的都是非军用研究项目,但其空间站军事应用的企图并没有放弃,这些项目中含有高分辨率遥感活动,可能的军事项目主要集中在对地观测和技术试验。

国际空间站上有许多可以安装高分辨率载荷的设施。

窗口观测研究设施,一台安装在美国“命运号”实验舱内的内部设施,可以提供非常高的透光率,在可见光和近红外谱段的透光率高达98.5%。国际空间站上的航天员利用数码相机和摄像机已经拍摄了数万张图像。如果使用长焦距镜头,图像的地面像元分辨率可以达到5~ 6米。

欧洲“哥伦布”舱,实验舱外部搭载设施可用于空间科学研究和地球观测。

日本“希望号”实验舱的暴露设施,可对地观测和进行航天技术开发等实验。

此外还有同步位置保持、轨道预定、再定向试验卫星。该项目利用国际空间站内部环境作为试验台,开发和试验多体编队飞行和其它航天器控制算法。试验结果对于卫星维护、航天器集结和编队飞行布局十分重要。

2001年发生“9·11”事件后,美国国内多次提出利用国际合作的国际空间站搜集反恐情报,支持美国的地面军事打击行动,但由于俄罗斯的强烈反对,这一企图才没有得逞。但是2003年12月,美国国防部借口国际空间站故障,使用间谍卫星对国际空间站进行了拍照,这种检查实际上是空间站态势感知能力的一部分,其对空间站军事应用的的受损修复十分重要。

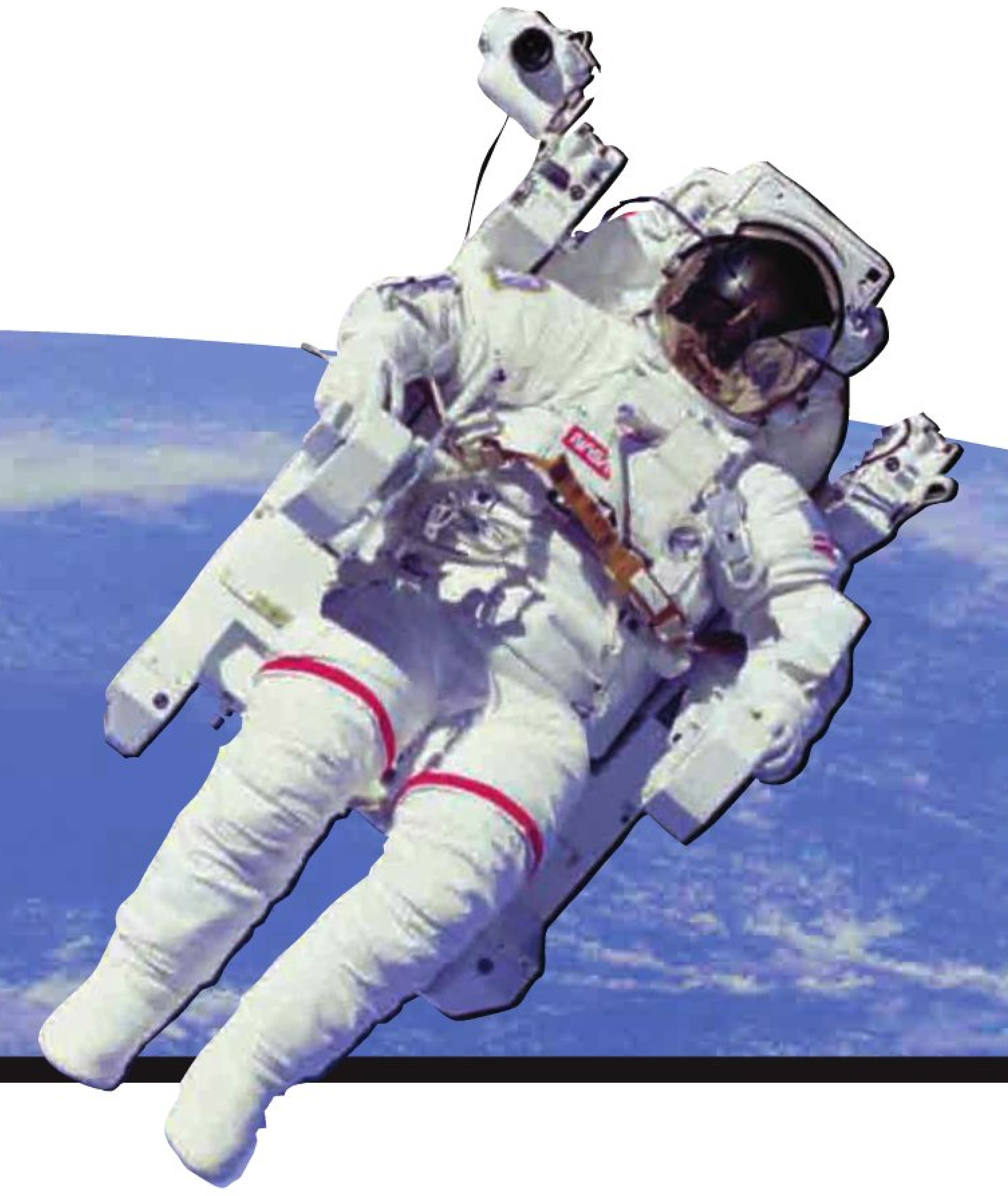
2010年1月,美国宇航局利用从哈勃太空望远镜维修任务获得的经验,来验证对没有燃料补给设计的卫星进行燃料补给的技术,试验使用加拿大建造的专用灵巧操纵器,即“灵巧机械臂”(Dextre),模拟切割开一颗卫星的绝缘层,打开它的燃料泵,重新填注燃料箱,以此来延长卫星的工作寿命。这种试验的军事用途显而易见,此前美国军方曾使用军用卫星完成过类似试验。可见,虽然美国目前暂停了空间站计划,但其将载人轨道飞行器用于军事目的的企图始终没有停止。

从人类开展航天活动之日起,空间就被当作了第四疆域不断开拓其军事应用价值。空间站建造早期,空间站上的军事计划成为大国较量的重要手段。今天,以和平应用和国际合作为目的的国际空间站依旧存在潜在的军事应用可能。

[文章编码0108]

Aerospace

大闹天空的天宫
美苏空间站军事潜力



载人空间站的容量大、寿命长、载人多以及可综合利用等特点，使其拥有了巨大的军事应用潜力。

文/张浚乾

对地观测与侦察

空间站地处数百千米的太空，居高临下、俯瞰全球，宇航员可在空间站上利用各种观察和探测仪器，可动的对地球上的任何特定目标进行有选择的侦察与探测，从而克服单纯靠仪器侦测手段不便机动的缺点。苏联和美国宇航员经常发现:用肉眼能观察到的目标却不能在侦察卫星拍摄的照片中找到。同时，从空间站上获取的情报又可通过通信卫星系统及时传回地面，这就大大加强了情报的时效性，有效地提高了对地面部队的支援和保障能力。

苏联航天员在空间站上曾多次根据地面指令用MKF-6M相机拍摄指定目标地区。除MKF-6M多光谱相机外，“礼炮”7号上的航天员还使用KT-140立体照相机及其它观测设备进行侦察活动。这些高分辨率侦察设备焦距长达10米，多镜头摄像系统焦距达到30~300毫米，此外还装备有多光谱相机、红外线及微波传感器等设备，其拍摄地面目标获取了大量地面照片，为军事目标的识别、定位和测绘提供了大量有价值的资料。除了借助仪器观察外，航天员还同时对地面和海洋进行肉眼观察。航天员在观察陆地时，可以看到公路上行驶的车辆、车站、国防与工业设施、森林火灾等。苏联还安排过利用航天员观察地球海洋中浮游生物的生物发光现象的科研项目。浮游海洋生物因遇到潜艇运动使海水温度迅速变化而产生发光现象，使海洋表面出现发光带，以此可判断下潜潜艇的存在和航迹。



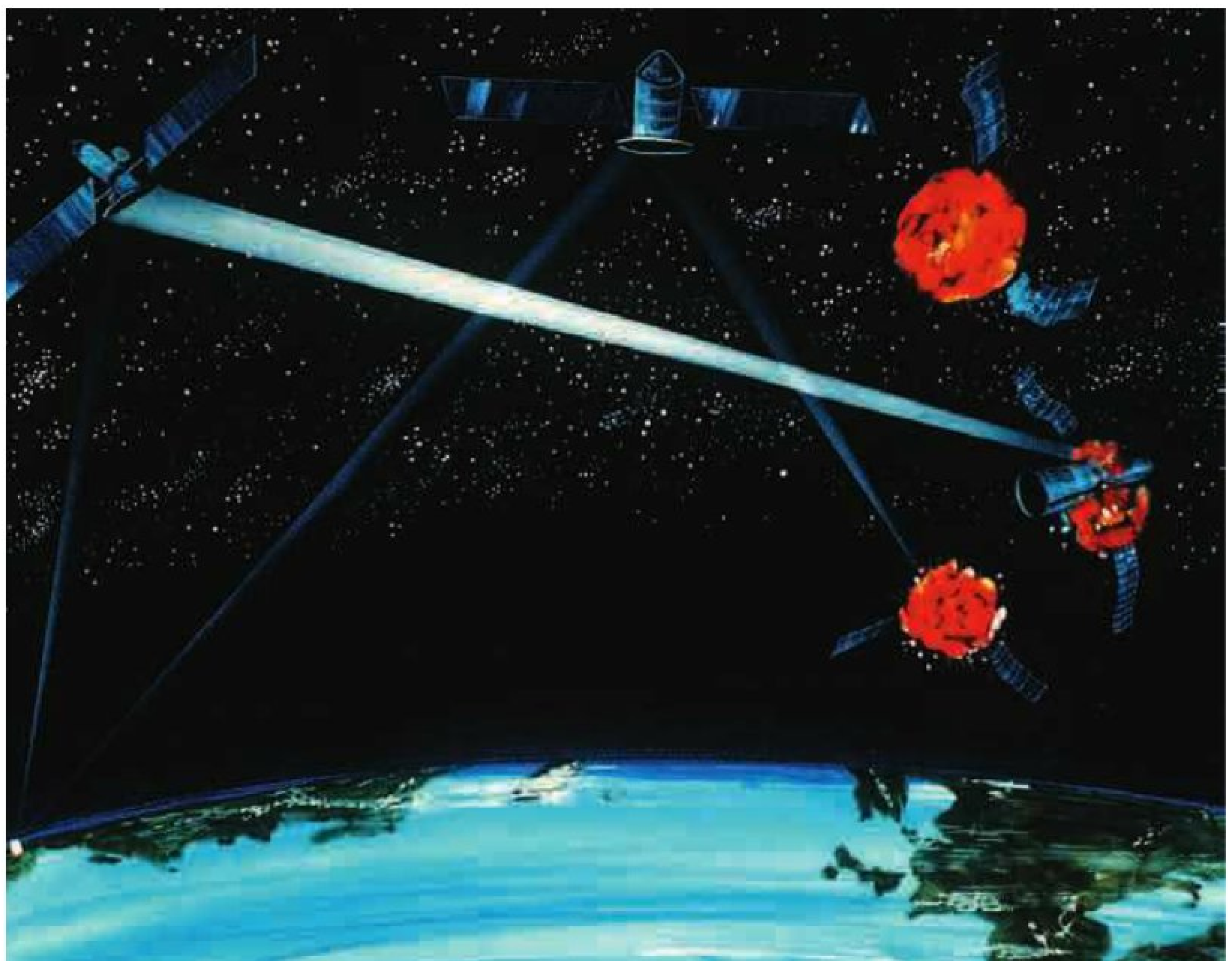
▼1999年11月17’卫星成像系统拍摄的金字塔黑白照片

军事判读专家在空间站实施侦察，可以根据战略战术意图进行情报预处理，可以根据侦察地带的气候条件及信息是否有用，决定摄像机的开关，使侦察更有选择性和针对性，从而提高工作效益。例如，美国“天空实验室”证明人在太空中对地面进行军事和科学观察有很多优越性，可以对目标区进行选择，尽可能避开云层，随时调整仪器，大大减少传送到地面的观察数据。类似的海洋监视卫星在天上工作1秒，传送到地面的数据需要计算机处理1小时。而由人来观测，经过对目标区域的预先选择，记录和传送的数据少而精，使数据处理大为简化。

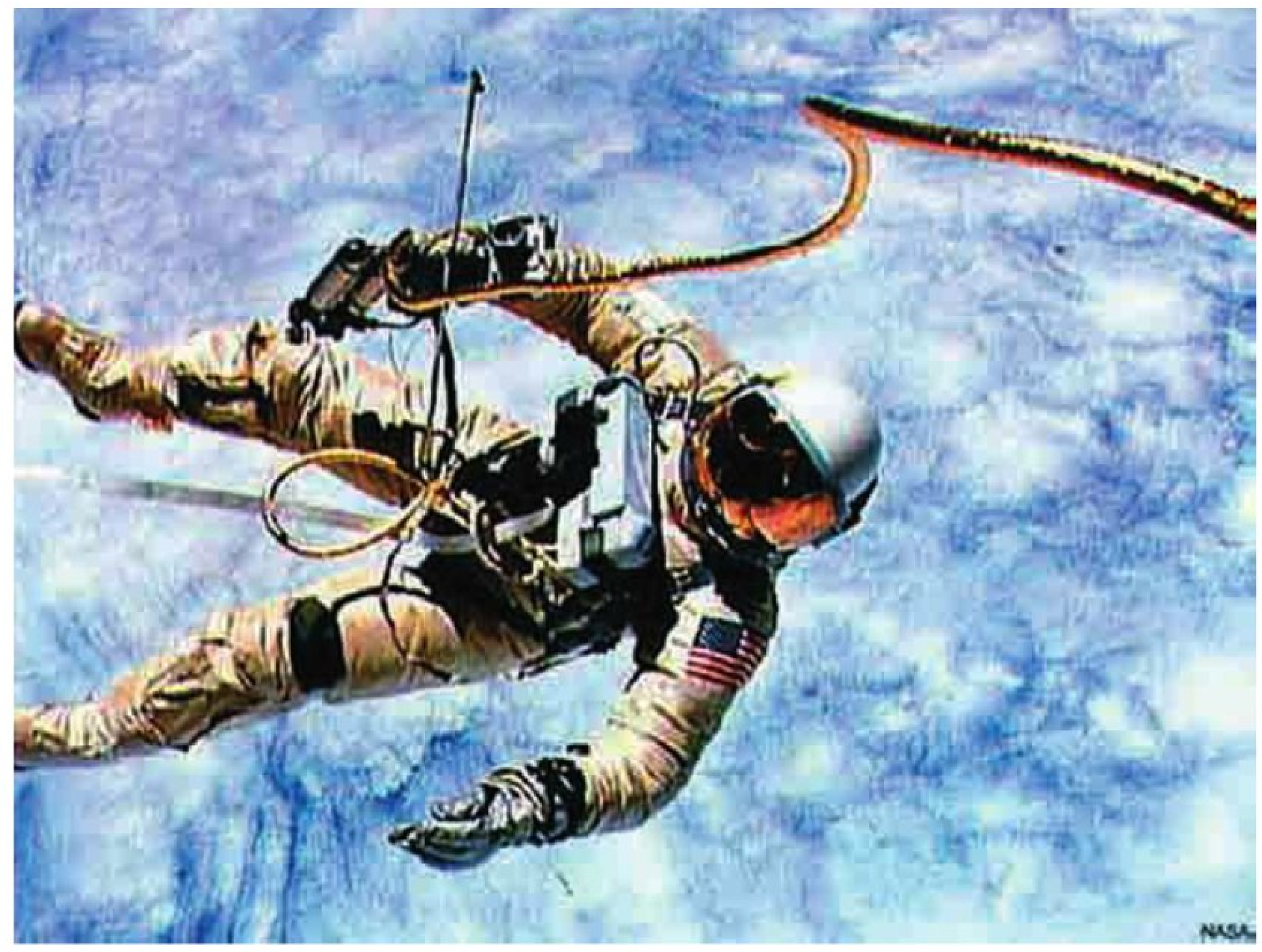
此外，由于空间站轨道特殊，其可以在较近的时间重访同一地点，这为连续侦察监视热点地区创造了条件。例如，“礼炮”7号飞行轨道的地面轨迹是每隔两天重复一次，所以每隔两天就可重复拍摄同一地区。通过同一地区的新旧照片比较，可及时发现目标的新变化。毋庸置疑，苏联空间站在对地观测活动中军事部分占有很大比重。

战略预警与监视

随着战略核武器的进一步完善，现代



▶地基空基混合用的激光高能武器概念图



▶“双子星座”计划：太空行走

战争特别是现代核战争的突然性已经大大增加，为此各国都在大力提高战略预警能力。目前所常见的预警设施包括地面远程雷达、机载和舰载预警雷达等多种，而空间站在这方面有得天独厚的优势。航天员可以在空间站上持续地对地面进行监视与观察一些有军事价值的活动现象。例如，能够发现对方发射火箭的情况，警戒其发射的导弹，对发射出的火箭进行持续跟踪，并把发现和跟踪的结果迅速传送到地面站，以便及时做出反应。1965年，美国在“双子星”7号飞行时曾进行过一次非常成功的军事侦察试验。两名航天员在飞行中使用一种红外遥感仪，对从下潜的“富兰克林”号潜艇上发射的一枚“北极星”A-3导弹进行跟踪观察，长达3分钟，在跟踪过程中，一名航天员用手操纵飞船姿态，使遥感仪对准目标，另一名航天员用摄影机对导弹进行摄影。他们观察得非常清楚，并及时向地面报告了导弹助推器分离的情况。苏联在“礼炮1”号试验中就进行过导弹发射观察试验。1985年1月，美国航天飞机执行第15次飞行任务时，苏联“礼炮”7号空间站从发射“发现者”号的39号A发射台头顶上飞过，观测了美国航天飞机的发射。同样道理，在空间站上还可以观测反弹道导弹的试验全程，从反弹道导弹的发射到对再入大气层的敌方弹头的拦截，进行全过程观测，以评估拦截效果。可见，空间站与地面、航空、卫星等预警系统配合工作，可构成严密的战略预警网，大大提高战时的快速反应能力，未来的战争预警有希望阻止敌人发动突然袭击，空间系统与即将开发的技术相结合将能观察地球表面上任何敌方，以至没有任何国家能发动战略奇袭。

天基军事部署与作战

空间站既可用作部署各种空间武器的作战平台，也可用来作为航天飞机的停靠与起降基地，因此被人称为“不落的航天母舰”。各种空间武器和航天飞机可以以空间站为基地用导弹、火箭和定向能武器打击对方的种种空间兵器和航天飞机，进行航天兵器之间的太空大战。空间站甚至可能成为未来“天军”的出击基地，直接对敌方的地面目标进行打击。以空间站为基地的各种空间兵器和航天飞机还可对敌方的各种工作卫星进行拦截、捕获和破坏。例如，1982年5月17日，苏联从“联盟”号飞船进入“礼炮”7号空间站的飞行员，在站上发射了“火花”2号和“火花”3号2颗小型实验卫星，这些载荷也可以作为武器使用。

此外，动能武器和激光、粒子束等高能武器，若从地面发射，由于受大气层的吸收，能量衰减较大。如果将这些武器部署在空间站上，对敌方飞行器实施攻击时基本上是在大气层外传输，能量衰减很小，又利于对攻击目标的跟踪和瞄准。尽管将这些武器部署在空间，设备复杂，技术难度大，但能充分发挥武器系统的最佳效能。苏联空间站上的航天员曾利用特殊的传感器来观察苏联地基激光武器的活动情况，苏联“礼炮”7号和美国航天飞机都进行过轨道激光跟踪目标的试验。

实际上，空间站发展起来的太空交会与对接技术在军事上也有巨大的应用潜力。在太空中利用该技术可以接近敌方卫星、空天飞机等设施，实施摧毁，甚至俘获行动。这是美国近年利用卫星进行的太空演示技术的一部分。

天基作战通信与指挥

指挥机构历来是进行战争的首要条件，因此也是敌方打击和破坏的首要目标。在核条件下，各国都十分重视指挥机构的生存性，不少国家已先后建立了空中预备指挥所、地下预备指挥所和海



▶美苏两国航天飞机比较

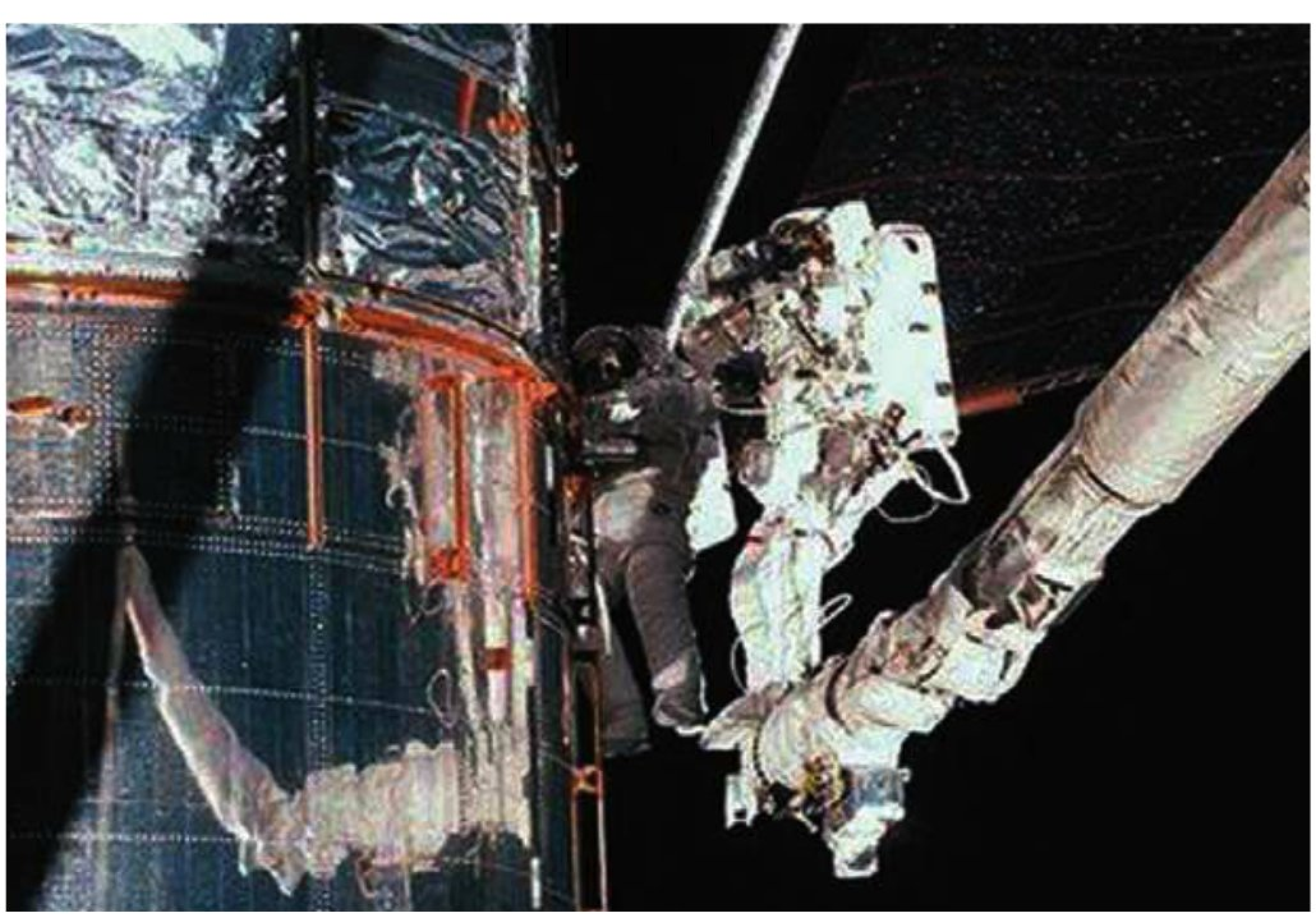
上预备指挥所。随着空间站技术的发展和完善，在空间站上建立太空预备指挥所已成可能。由于空间站地处数百千米的太空，又有完善的指挥、控制与通信系统，并且能在太空中较长时期的运行，因此美苏各国从开始研制空间站的第一天起便十分重视这种功能的发挥。早在60年代，美国就曾利用载人航天活动探索过人在天上的指挥与控制能力。1978年由美国空军发起的一项专门研究指出，国防部除了要利用航天飞机做人们经常提到的那些事情外，还可以利用航天飞机在紧急情况下作天上指挥所。苏联的“礼炮7”号空间站也曾多次参与陆海空军的军事演习，进行侦察、指挥与控制。苏联“礼炮”空间站曾观察苏军在演习过程中为隐蔽行动而释放烟雾的效果，其中包括利用燃料在空中爆炸所产生的气体和油雾的效果。训练中由航天员进行监视与评估，以协助指挥与控制。在海军演习训练中，获取海面舰艇活动情报并指挥训练。

军事设施的组装部署

与其它航天器相比，空间站具有很强的轨道组装能力，包括对大型卫星天线、太阳能电池阵和大型长焦距相机、大型望远镜的组装等。建造大型空间结构，并在上面安装复杂的仪器设备，这是提高空间侦察、通信、预警能力的重要途径。美国的有关研究表明，在天上设置一个天线直径为180米的相控阵雷达，不仅能探测、跟踪空中飞行的弹道导弹、巡航导弹和飞机，而且可以跟踪海上的船只、地上的装甲车辆。在地球的同步轨道上部署直径为67米的大型天线，可以为方圆1 850千米范围的1千万个用户连续提供10万条话路的抗干扰通信，这使地面接收终端的体积和功率可以大幅度降低。但这种大型空间结构必须分批地由航天飞机运到轨道上，然后在天上组装起来，并运到更高的轨道上去。这些工序，没有人的直接参加并出舱活动是完不成的，而空间站在这个过程中几乎不可替代。例如，苏联“礼炮”7号空间站为了增加供电能力，航天员曾为其补充安装了面积为18.4平方米的太阳能电池帆板，1986年还在“礼炮”7号空间站上进行了组装与展开受力式桁架结构的试验，验证了大型卫星平台建造技术。另外，还进行了“礼炮”7号空间站与“宇宙”1443号飞船在轨道上对接的试验。因为“宇宙”1443号飞船是一艘完全自给的飞船，既能运输货物，又能按地面指令改变空间站的轨道。因而这类对接试验具有很大的军事价值。

空间军事行动保障

设在太空的空间站不仅可以对己方在轨卫星和其它航天器进行组装、回收、检修，提高它们的生存能力，还可以储存燃料并对其它航天器加注燃料，恢复其工作能力。1988年3月，美国国防部向参众两院武装部队委员会递交一份题为《国防部使用永久载人空间站的可能性》的报告，提出初步利用空间站的可能性有三个方面：一是加注燃料；二是维修航天器；三是装配大型军事卫星。美国空军的报告也称，空间站可以作为军用卫星、运输飞行器的加油站和“星战”的作战基地，可用其极端低温环境，补充储存难以管理的超低温推进剂，“在今后20年里，将需要数千至数万磅的液体燃料，用于推进、能源、生命保障、激光、粒子束武器及其它类似的系统”，“利用空间站再补充燃料可以显著地降低开发太空的成本”。目前的长寿命军用卫星，由于需要不断修正轨道和调整姿态，因此要消耗大量燃料，这种情况在战时将会更加突出。以军用通信卫星为例，由于燃料的限制，一般最长寿命为10年左右，而这时卫星的其它系统仍能正常工作。今后卫星的燃料用完时，机动到空间站进行补给，可使卫星跳出一次性使用的限制，寿命延长到30年。这不仅能节省大量的发射费用，而且可以满足不断变化的空间战场需要。



▼正在进行维护的『哈勃』望远镜

空间设施的战时修复

几乎所有的卫星都无一例外地需要经常维修、更换故障单元或增加新的有效载荷，这一问题在战时尤为突出。在空间系统愈发重要的战时，其战损率也会越发高，因此其需要不断的紧急抢修。在空间站上，对卫星的维护包括清洗光学仪器的表面、修复失效部件、光学部件的重新组合、测试仪器的重新校准，以及机械结构的调整等，还有在轨道上航天器与微流星体、轨道碎片撞击而损伤结构的修补和焊接，对轨道置换单元内部的元部件更换和修理以及轨道紧急抢修等，各种元件、子系统的寿命期望值远远大于整个系统的平均无故障间隔时间，这说明系统的应用潜力可以通过维修来充分发挥。美苏两国几乎都进行过在轨修复的实践。例如，1973年美国“天空实验室”在发射过程中由于高速气流吹袭微陨石防护罩和一块太阳能电池帆板，而另一块太阳能电池帆板又被防护罩的碎片卡住，不能展开，这样就使“天空实验室”入轨后出现严重的电力不足，而且舱内温度在太阳直射下升高到60℃，后来航天员展开了4小时的舱外检修：他们首先用工具切割掉防护罩的碎片，使被卡住的那块太阳能电池帆板完全伸展开，解决了电力不足问题，然后又在天空实验室上撑起一把太阳伞遮住阳光的直接照射，使舱内温度下降到27度，从而恢复了价值25亿美元的“天空实验室”的工作。

可见，空间站在军事应用方面具有巨大的潜力，而且这一潜力还在继续被开发着。



文/西言早

[文章编码0109]

爱琴海幽灵

土尔其“岛”级轻型反潜护卫舰

当土耳其总理埃尔多安宣布“黑贝里亚达”号轻型反潜护卫舰正式服役时，他是充满自豪的，因为这标志着土海军列装了首型国产战舰，而且正式进入国产战舰隐身时代。

“梅科”A-100流产，催生国产舰

作为北约唯一的穆斯林国家和强大的奥斯曼帝国继承者，土耳其不断提升其本国舰船设计建造能力，以实现海军战舰国产化，企图摆脱对北约的军事技术依赖。

土海军一直是德制战舰的忠实用户，早在1996年土海军“国家舰”（MILGEM，土耳其语缩略语）项目启动时，原计划是采购德国布洛姆福斯船厂授权本土建造的“梅科”A-100型护卫舰，替代性能老化的巡逻艇。不过，2000年初土海军与布洛福斯造船厂谈判破裂，转而决定采购国产的“国家舰”，由伊斯坦布尔海军造船厂作为主承包商负责设计和建造，土耳其军事电子工业公司、土耳其军方软件公司、土耳其亚尔特斯公司、荷兰泰利斯公司和德国英泰海上与近海系统公司等参与该项目子系统设计。

“国家舰”项目包括8艘“岛”级轻型反潜护卫舰和4艘F-100级多功能护卫舰，其中F-100将是在“岛”级的基础上升级而成。总的设计、研制和建造成本将高达20亿美元，是土耳其最具雄心的国产战舰项目，以期能打造出响当当的土耳其国产品牌，进而与欧美隐身战舰建造大国抢占国际市场。

2004年3月8日“国家舰”项目被政府批准，其设计概念和任务定义与美国洛马公司“自由”级濒海战斗舰相似，主要执行濒海作战任务，是土耳其向以美国为首北约国家海军转型看齐的必然结果。首批两艘均为“岛”（以土耳其沿海岛屿命名而得名）级轻型反潜护卫舰，由伊斯坦布尔海军船厂建造，其余由土耳其私人船厂建造。

首舰“黑贝里亚达”（马尔马拉海中



▼马来西亚的『吉打』级轻型护卫舰就是购自德国的『梅科』A-100，土耳其与其失之交臂也未尝不是一件好事



▼在『黑贝里亚达』号下水之时，就引来众多关注，甚至有国家当时就提出了购买意向



▼『黑贝里亚达』号的上层建筑，显然融合了美德的隐身技术，各种设备的布置是有条不紊

王子群岛中一个岛屿)号，于2005年7月26日铺设龙骨，2008年9月27日下水，2010年10月25日交付，2011年9月27日服役。根据首舰的名称，该级舰也被称为“黑贝里亚达”级。2号舰“布尤卡达”号轻型反潜护卫舰(F-512)2008年9月27日铺设龙骨，2011年9月27日下水，2013年服役。

到2028年，12艘“国家舰”项目下的战舰全部建造完成并服役，加上届时服役的TF-2000型防空护卫舰，土海军将成为真正的隐身舰队。

融有美德隐身技术的舰体设计

“岛”级舰由土海军研究与发展司令部研究设计，伊斯坦布尔海军造船厂为主承包商负责设计建造，土耳其军事电子工业公司、军方软件公司、亚尔特斯公司，荷兰泰利斯公司和德国英泰海上与近海系统公司参与该项目战舰子系统设计。

舰体采用隐身设计，借鉴了德制“梅科”A-100型护卫舰和美“自由”级濒海战斗舰的隐身技术。干舷内倾，采用雷达吸波材料建造舰体，雷达信号、磁信号、红外信号和音响信号低，大大提升了该级舰隐身性能和海战生存能力。

该舰全长99米，水线长90.5米，宽14.4米，吃水3.6米，满载排水量2 200吨，经济航速15节，最大航程3 500海里/15节，最大航速超过29节，舰员编制93人(含航空人员)，最多可为104人提供住宿。建有1个机库，可搭载1架“海鹰”反潜直升机和无人机。该级舰还可搭载1架无人机，为特种部队提供空中侦察支援。

此外，该舰寿命成本低，抗震性能强，可靠性好，适航性优秀，可在5级海况下遂行全面作战任务，甚至可在6级海况下作战，经补给后续航力为21天，无补给续航力10天。居住环境舒适也是它的特点之一，各舱室都装有闭路电视和空调。

舰上舶来品

尽管土耳其人认为“岛”级舰为国产战舰，但其实大部分核心装备都是与德荷两国联合研制的。

比如动力系统来自德国。它采用柴燃联合推进，装备1台燃气轮机和2台MTU 16V595TE90型柴油发动机，输出总功率31.64兆瓦。还有4台辅助发电机，单台输出功率588千瓦。双轴推进，配备可调距螺旋桨。强大的动力系统确保其最大航速超过29节。

指控、传感器、电子战与通信系统也主要来自欧洲。德国英泰公司与土耳其的亚尔特斯公司联合研制了UniMACS 3000G-MSYS综合平台管理系统，包括1部动力管理系统，1部火力探测系统，1部损管系统，1部闭路电视监控系统和1部稳定控制系统，主要监视和控制舰载机械设备、发电机、电力输送系统、损管系统和其它辅助系统。

SMART-S MK2三维探测跟踪搜索监视雷达是荷兰泰利斯公司与土耳其军事电子工业公司联合研制的，探测距离250千米，可对目标实施探测和指示导弹进行打击。导航雷达则由加拿大公司提供。

该舰的保密卫星通信系统由德国阿斯特里姆公司提供，通过卫星与地面指挥所进行话音、数据和图像传输。

该级舰还装备有1部舰载直升机综合安全与转移(ASIST)操作系统，确保直升机着舰安全。该系统由加拿大公司提供，是一流的甲板操纵系统，通过可视指令来协助直升机在战舰上进行全天候起降。

当然，土耳其自己也研制了一些关键设备。比如GENESIS Ⅱ网络中心战战斗管理系统，就是土耳其亚尔特斯公司软件发展中心与土耳其军事电子工业公司联合研制。它包括若干操作员控制台，若干战术控制台，若干直升机着舰测试系统，若干交互通信系统，1部指挥系统，1部战斗系统视频网络等。此外，由于该级舰是典型的反潜舰，其反潜相关配件是该级舰的核心配件，因此土耳其军方相当重视反潜装备的研制，TBT-01型搜索/反潜舰体声呐就是由土耳其科技研究基金会和土海军研究与发展中心联合研制的，据悉能同时跟踪10余个水





▶“黑贝里亚达”号与马拉西亚的“吉打”级相比，隐身设计上有所进步，不过与“梅科”A-200（右）相比，差距还是比较明显的

下目标，探潜/侦潜能力相当优秀，加上舰载的“海鹰”反潜直升机，该级舰的反潜能力更是得到大幅提升。

欧美混血的武器装备

“岛”级舰具有一定的反舰、防空能力，但主要任务是反潜，是典型的反潜舰。其主炮为1门意大利奥托·梅莱拉授权本土制造的76毫米62倍口径隐身超级速射炮，雷达横截面小，由火控雷达和光电系统制导，每分钟120发，射程16千米。

该舰还配有两挺土耳其军事电子工业公司生产的12.7毫米口径遥控机枪，可自动或手动操作，打击近程小型水面舰艇。

近程防空任务交给了1座MK-31型21单元“拉姆”导弹发射器，备21枚RIM-116A/B型防空导弹。反舰任务交给“鱼叉”导弹，备弹8枚。

反潜武器是该舰的重头。它装备有2具美制324毫米口径MK-32型3联装鱼雷发射管，发射MK-46型鱼雷。该级舰还建有直升机飞行甲板和机库，可搭载1架10吨级的“海鹰”反潜直升机，可执行反潜和海上人员、物资运输等任务，最主要的作用是大大提升了该级舰的反潜作战半径。

可见，该级舰除了舰载机枪外，大部分武器系统均为欧美制造，其武器国产份额少得可怜。

与“岛”级同属“国家舰”项目的F-100级多功能护卫舰，实际上是“岛”级的升级版。它将装备1部土耳其军事电子工业公司三坐标搜索雷达，1座MK-41型垂直发射系统，加装1部多功能作战系统，备RIM-66“标准”1防空导弹，RIM-162型“改进型海麻雀”导弹。为此，“岛”级的二号舰“布尤卡达”号也将装备三坐标搜索雷达和1座MK-41型垂直发射系统，为F-100进行武器装备的测试。同时，为了土海军未来新型国产防空护卫舰的研制，F-100还将装备土耳其军事电子工业公司和洛克特桑公司联合研制的中程防空导弹，成为未来新型国产防空护卫舰（TF-2000）的测试平台。

挑战西欧隐身战舰市场

“岛”级舰以其优秀的作战性能赢得了“爱琴海幽灵”的美誉。该级舰是土海军新一代国产现代化濒海隐身作战舰，由于其任务界定与美国洛克希德·马丁公司设计建造的“自由”级濒海战斗舰相似，又获得了“土耳其版濒海战斗舰”的美誉。该级舰主要执行反潜任务，还执行反舰、防空、两栖作战、担任编队旗舰、搜救、巡逻、侦察、监视、早期预警、海上反恐和目标查证等任务。此外，该级舰将在未来与受希腊支持的塞浦路斯共和国争夺东地中海地区天然气中扮演更为重要的角色，加强在塞浦路斯以南海域的军事存在，对天然气开采船实施护航，有效保护天然气资源，对支援塞浦路斯的希腊海军潜艇构成了巨大的威胁。

除了装备土海军外，土耳其还将以其为原型设计出口型，向北约和非北约成员国出口，以开拓国际战舰市场。在“黑贝里亚达”号服役之际，加拿大、巴基斯坦、乌克兰、孟加拉国和相当多的南美国家都表示有意购买该型战舰。其中，未来10年巴基斯坦海军计划采购4艘，孟加拉国海军计划采购12~16艘，预计将有10个国家海军采购。可见，“岛”级舰具有广泛的市场前景，对欧洲传统隐身战舰出口大国，比如英、法、德、荷、西等构成巨大挑战，将成为世界隐身战舰市场上一颗闪耀的明星。但由于舰载大部分装备需从欧美进口，如果遭到有竞争关系的美德荷意等国禁运，其出口将受到致命的打击。因此，土耳其最好能走独立研发之路，实现该级舰全部国产化，以免受制于人。

[编辑/严晓峰]



▶寄予了土耳其无限希望的TF-2000护卫舰，目前还处于概念研究阶段

Classic Weapons

大祸不必临头
美军头盔发展小史

文/希　弦

[文章编码0110]

经典兵器



在南北战争、墨西哥战争和美西之战等诸多战争中，美军的士兵们戴的是没有任何防弹功能的棕色毛毡作战帽。这种帽子挡风避雨很暖和，不过却难以阻挡弹片的袭击，战争中不时有士兵因头部中弹而受伤或死亡。但当时美军并没有想到用头盔对头部这个关键部位进行防护，直到1917年4月美国陆军正式参加一战。

一战："克隆"诞生M1917

在欧洲大陆战场上，以德国为首的同盟国和以英法为首的协约国展开了生死之战。四处飞溅的炮弹碎片，机枪的猛烈密集火力压制，几十万名士兵展开了原始的阵地搏杀。在血腥的战场中，美军发现在这场以枪炮为主要作战兵器的战争中，头部中弹成了士兵死伤的重要因素。参战的美军司令潘兴将军深受触动，决定为参战士兵配备具有防弹功能的头盔。这也是美军历史上第一次正式配备头盔。

然而，战争就在眼前。为了赶时间，美军设计人员干脆实行"拿来主义"，"克隆"了适合大量快速生产的英式MK-1头盔。为解决MK-1头盔难"伺候"的缺点，美军在材料和细节上进行了小小的改动，这便诞生了美国自己的第一种头盔——M1917A1型。自己生产外加从英国购买，美军在欧洲战场投入的200多万名士兵全都配备了头盔。这是美军首次大规模使用头盔作战。头盔的使用大大减少了士兵的伤亡。

不过，这种"浅底锅"造型的头盔在战场中暴露了种种缺陷。MK-1型头盔设计之初主要是在堑壕战中使用，为阻挡前方飞来的枪炮弹片，其前部防护有增加，但头盔两侧以及后部就成了防护"死角"，容易被弹片钻空子，防护性能上并不足以保护士兵的生命。因此在参战后不久，美国便成立一个头盔委员会专门负责头盔的设计与制造。

为了开发新型头盔，美陆军特别参考了英军的MK-1、法军的M1936与德军的M16三种不同制式头盔的设计方案及实战表现。1942年，美军自行研制的第一代制式头盔M1型头盔开始正式大批量装备部队。不过，在太平洋战争初期，人们看到的美国大兵往往还戴着"浅底锅"M1917A1头盔。这之后M1头盔和M1"伽兰德"步枪一起发放给即将奔赴战场的士兵，成为前线部队的标准作战装备。

二战："钢锅"堪称经典

M1头盔强调的是能够在更开阔地域的机动作战。其外形为半球形，下部为波浪状曲线，对头部的保护范围较盟军的英法头盔更大、更贴切，总体设计简练经典。它由头带、吊床、汗圈、套环等组件构成悬吊支撑系统，不但稳定，性能良好，而且在受到弹片冲击时能将冲击力分散至整个盔部以降低头盔被穿透的可能。头盔与头部之间的空隙便于通风透气。士兵还可以根据作战环境在头盔外面附上一层盔罩，相应地配备有不同颜色的盔罩。如在沙漠地区作战，士兵可选择黄色盔罩；在丛林作战时可选择绿色盔罩，以便和迷彩服、伪装网等配合使用达到与周围环境融为一体的伪装效果。

不过，在M1大批量列装后，美军也发现了它设计上存在的一些问题。例如M1头盔的重心太高，当士兵们巡逻时遇到紧急情况转头时，产生的瞬间回转力使头盔的稳定性立即打了折扣。而且早期的M1头盔也不够人性化，只有一种标准尺寸，不一定每个士兵都能够适合，因此有些士兵觉得头盔太重，戴久了容易头痛。这之后推出了M1头盔的改良型。改良型M1头盔由嵌套在一起的钢质外盔与可拆卸的化纤制内盔两个部分组成，耐冲击性、稳定性、舒适性都比以



▼美军M1917A1型头盔（左）与英军MK-1头盔（右）几乎毫无二致

前有所提高。而且这种双层可拆卸的人性化设计堪称经典，在非战斗状态时，钢质外层可以取下，在战斗状态下又可以方便套上。

在防护性能方面，M1头盔以抵挡11.43毫米口径的手枪子弹直接命中而不贯穿为标准。据统计，在二战中，M1头盔至少挽救了7万名美国士兵的生命，为保护士兵立下了汗马功劳，士兵们也因此都亲切地叫它“钢锅”。在二战战场上M1不仅是美军士兵“大祸临头”时的“护身符”，还是美军士兵身边的多用途工具。据美军老兵温克尔回忆：累了，可以把它当小马扎坐会儿；渴了，可以升起柴火架上“小钢锅”烧开水；另外，M1头盔还可以当小挂架挂些小物品，像驱虫剂什么的。“M1真得很棒！”温克尔边回忆边赞叹道。

越战：刻满月历的头盔

二战结束后，M1并没有就此结束自己的参战生涯，而是又先后参加了50年代的朝鲜战争和60年代的越战。每次战争中M1都会有一些细节上的改进。例如头盔的边缘会合点就不一样了。会合点二战时是在前部，后来则改到了后部。在越南战场上，M1头盔也有着许多轶事。有的士兵把香烟放在M1头盔的外挂带上，战斗间隙随时可以伸手拽下一支，深深地吸上一口，享受难得的片刻宁静。还有一位士兵很不情愿地被迫奔赴越南战场，倍感煎熬地数着日子过，头盔成了他一个好伙伴。每过一个月，他就在头盔上作个记号，时刻惦记着归国的期限。一个月、两个月过去了……他很幸运，没有送命，活着回到美国。而此时，他的头盔上已经刻满了一行行的月份。

直到1991年的海湾战争，M1头盔才退出了历史舞台。据不完全统计，在40年间发生的几次战争中，M1头盔先后生产了2 200万顶，成为美军使用最多、也是使用时间最长的头盔。



▶头戴PASGT头盔的美军士兵们以及PASGT头盔的内部悬吊系统和其战场上抗打击的效果

“以柔克刚”的PASGT头盔

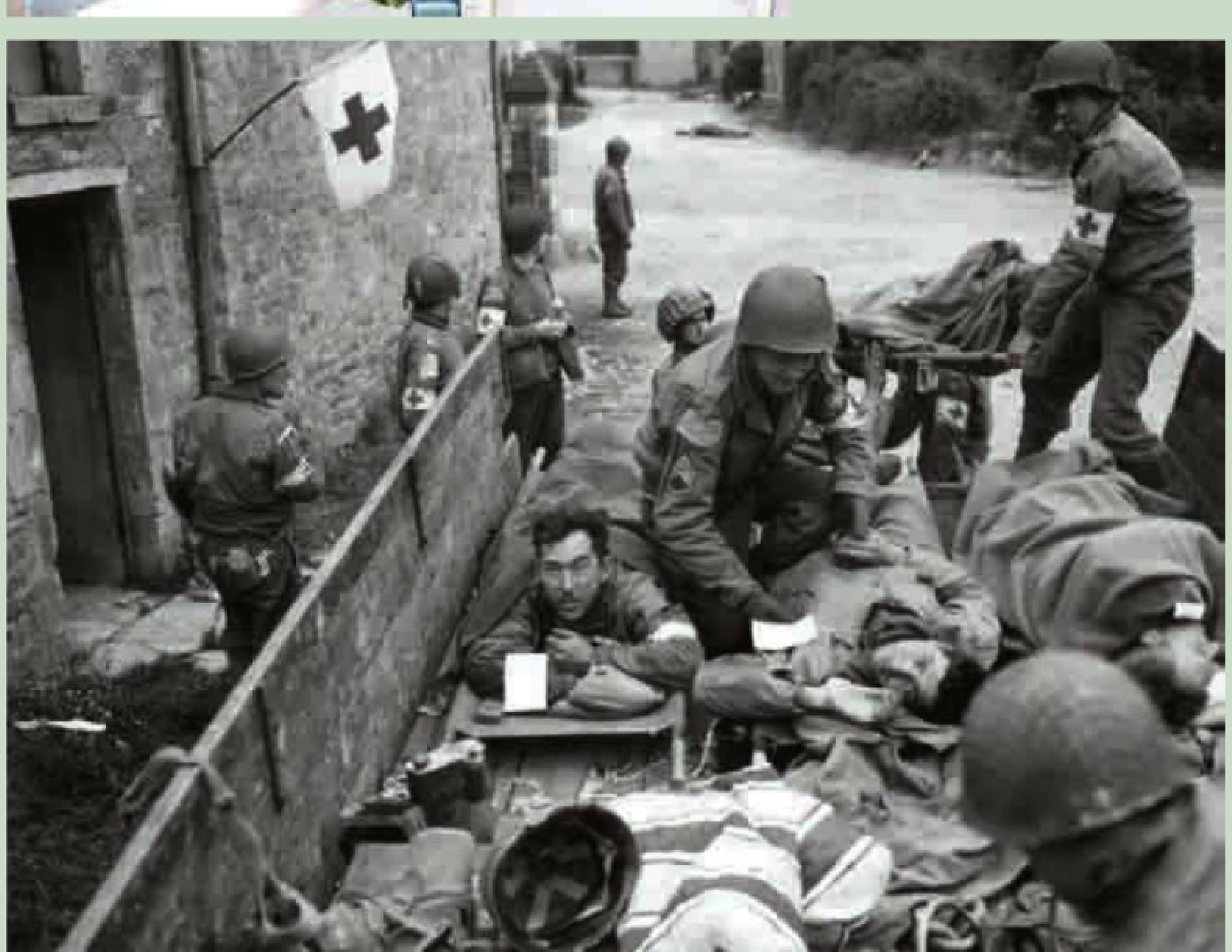
虽然说M1头盔的稳定性、舒适性远超过早期M1917A型头盔，不过自越战结束后，美军便开始了新型头盔的设计。因为士兵们对M1头盔还是有一些怨言，“钢锅”还是太沉、重心太高，就像大铁疙瘩压在头顶，很不好受。“钢锅”透气又不好，一旦进入高温地区作战，大汗直流很不舒服。而随着新材料的出现，更适合现代战争的新型头盔问世了……

上世纪70年代，美国杜邦公司研制成功了新型合成纤维——凯夫拉-29。该材料密度低，强度高、韧性好、耐高温、易于加工成型，吸收弹片动能的能力是尼龙的1.6倍，是钢的2倍，有着广阔的军用前景。

1983年10月25日，入侵格林纳达的美军士兵头上首次戴上了PASGT（Personnel Armor System for Ground Troops，地面作战部队个人装甲系统，正式定名为M88式头盔）凯夫拉头盔，由此PASGT开始取代M1头盔开始了它的参战历程。虽然这种由凯夫拉纤维制成的头盔具有许多头盔没有的优点，但在重量上并没有相应减少，与旧式M1头盔（重约1.3千克）相比，PASGT头盔的重量反增至1.5千克。

PASGT头盔外形低平，重心较低，解决了长时间佩戴的舒适性问题。在头盔前缘设有小帽檐，两侧和后方有保护耳朵及太阳穴的的护耳（也便于士兵佩戴通信耳麦），并向后延伸形成护裙，防护面积覆盖到士兵的耳颈部位（以PASGT中号头盔为例，其防护面积达到了1 129毫米²）。由于头盔是凯夫拉材料层压而成的，所以在头盔的底缘镶着一条橡胶来保护。盔体周围可以看到8枚螺丝帽，其中6枚用于固定头盔的悬吊系统，另外2枚固定颚带。关系着舒适平稳与否的悬吊系统和颚带也做了很大改进。整个悬吊系统由底部的尼龙圈和4条尼龙吊带组成，并由头盔周围的6个螺丝固定，比M1头盔的悬吊系统更容易调节，更换也更方便了。采用两点式固





▶左图是二战时期美军的一个救护所救护伤员的场景，可以看到士兵们戴的M1头盔上附有用于伪装的盔罩和网状织物。上图是M1头盔内的悬吊支撑系统

定的颚带又增加了一条固定带，前固定带位于嘴巴下方，可避免后固定带受到牵扯时，颚带会勒住颈项咽喉部位。除了根据不同战场环境更换的迷彩盔罩外，PASGT头盔外侧还要套上一根称为“猫眼带”的弹力带（美海军陆战队一般不使用），起固定外部伪装材料（如树枝等）的作用。除了“猫眼带”外，盔罩有时还会不规则地缝上一条不是标配的黑色细弹力带。

PASGT头盔盔内安装了双层式悬挂系统，使头盔与头部有约1.3厘米的空隙，这既保持了良好的通风性，又可以把外部的冲击能量分散至整个头盔，有效地保护了士兵头部免受震荡。通过射击试验测试，PASGT头盔可抵抗663米/秒速度的破片撞击。也就是说PASGT虽然无法抵挡直接命中的高速步枪子弹，但可以抵挡低速飞来的手枪弹及炮弹破片。据统计，士兵在战场的伤亡有75%正是由炮弹、手榴弹、地雷和炸弹的破片所致，而这些破片的飞行速度仅为步枪弹的1/2。

PASGT自上世纪80年代投产以来，一直在经历多阶段改良，以增进舒适性、平稳性和防护性能。比如使用防弹性能更好、质量更轻的凯夫拉MK2纤维或者性能更优异的斯帕科特拉（Spectra Shield）纤维取代老式凯夫拉29。悬吊系统也做了细节上的改进，还为伞兵部队专门发放了可拆卸的吸震衬垫，以便在跳伞时提供更好的碰撞防护。PASGT头盔还曾计划换用增加了脑后固定点的三点式固定颚带，这样士兵在剧烈跑动时头盔就不会前后晃动，不过在试用中发现和现有装备冲突而未推广。

PASGT的设计人员依据战场头部创伤概率、头盔与装具的互相影响和人体测量的科学数据来确定的头盔外形，和二战中纳粹的M35头盔很像，所以士兵为其起了“德国佬”的外号。但PASGT优秀的防弹性能、舒适可靠的战场表现使其“赢得尊重”，士兵们视其为“出生入死”最重要的防护装具。而且这种实用可靠、高效防护的外形设计也被世界许多国家的军用头盔所采用。

信息化战场的MICH

为适应信息化战争的需要，美军特种作战部队的特别项目小组耗资近150万美元研制了PASGT的变形盔——MICH（Modular Integrated Communications Helmet，模块化个人整体通信头盔），不仅改进了防护性、实用性和舒适性，其主要设计目的在于将头盔作为“载体”与夜视仪、通信模块、NBC防核生化装备等各类外围设备配合。

外形上，MICH头盔（题图）比PASGT盔体浅，取消了帽檐，外径也比PASGT减小了11%，为士兵提供了更广阔的视野。即便全副武装的士兵卧倒时仍然能对目标观察打击，而对过去的PASGT头盔来说，这几乎是不可能的。以斯帕科特拉（Spectra Shield）为基础，使用凯夫拉纤维粘接而成的MICH头盔重量比PASGT减轻0.54千克，而防弹性能更强。而MICH创新性的设计是使用由可拆式高密度吸震胶制成的七衬垫悬吊系统和四点式固定颚带。将MICH戴在头上几分钟后，悬吊系统的七个衬垫变形变得松软，最后如“量体裁衣”一般将完全适合士兵的头型，佩戴舒适性更好。所以MICH头盔也就只有中、大两个尺寸码。悬挂系统通过一系列尼龙搭扣附着在盔顶内部，通过四点式颚带固定，大大提高了头盔的舒适性和平稳性。MICH的另一大优点是在护耳下可以安装整合式双工通信模块，取代了以往笨重的耳麦系统，提高了士兵的战场感知与协同能力，使单兵完全融入联队的行动成为了可能。而这更符合美军“网络中心战”中“单兵作战系统”的构想。此外，MICH头盔还能浮在水上，如果单纯从战术性能上来说或许无关紧要，不过对于遂行两栖作战任务或者意外落水的士兵来说，头盔这时就不会成为头顶的负担了。



▶阿富汗战场上头戴MICH头盔、正在射击的美军机枪手



▶MICH头盔三视图及其内部悬吊系统

MICH目前有三个型号：TC-2000为全护耳型，TC-2001为半护耳型（供装甲兵、炮兵使用），TC-2002介于前二者之间。MICH在2001年开始配发美国特种司令部特种部队、海军陆战队侦察部队、82空降师的部分部队。同时，MICH头盔集成夜视传感器材、通信模块、头盔显示器等外部设备后，将作为综合头盔子系统应用于美军“单兵系统”，并将在未来取代PASGT成为美军的制式标准头盔。

[编辑/李海峰]



文/吴志成

[文章编码 0111]

美国“联合轻型战术车”再露端倪

时至今日，美军“悍马”曾经的赫赫威名在简易爆炸装置(IED)和地雷们的群殴下已化作了浮云。毕竟，“悍马”服役已超过四分之一个世纪，“悍马”的接班人真的可以有了，但美国大兵目前从官方得到的回答是：“这个真没有！”

官方钦定“悍马”接班人

这并非是美军总装备部的军爷们对“悍马”换代问题视而不见。相反，美军方提出的“悍马2.0”研制计划已先后有三个版本了，其一是“未来战术卡车系统”多用途车(FTTS UV)，其二是“作战战术车”(CTV)，其三是“联合轻型战术车”(JLTV)。

早在2002年，美国陆军就在其庞大的未来战术卡车系统研制计划中增加了所谓的多用途车(Utility Vehicle)，替代“悍马”。“未来战术卡车系统”是“未来战斗系统”(FCS)的配套工程，为FCS提供战术支援和后勤支持，其涵盖的各种车型应在2008年投产并陆续装备部队。

“作战战术车”是2005年海军陆战队启动的。当时，在伊拉克和阿富汗打得灰头土脸的海军陆战队员迫切希望能有一种性能更好、装载量更大、安全性更高的作战车辆替代“悍马”。然而，海军陆战队并没看上“未来战术卡车系统”多用途车，而是另起炉灶研发“悍马2.0”，并希望在2011年就能装备。

对于陆军和海军陆战队在轻型战术车研制上的重复投资，美国国会很快就在2006财年国防授权法案第114款“轮式战术车辆采购策略”中明确要求两家联合采办下一代轮式战术车辆。这样，JLTV成为官方钦定的“悍马”接班人。

对JLTV的主要需求是，陆军26 300~26 400辆、海军陆战队5 500辆、海军550~700辆。不过，根据最新调整的研制进度，JLTV的服役最早也要等到2016年，看来美国大兵还得再等上一段时间。

山寨的“铁三角”

JLTV计划的管理者提出了一个“铁三角”的总体设计思路，即JLTV要在“载荷-性能-防护”三方面达到均衡。对这个新思路我们不必过早地评判，单与用来评价坦克战斗力的“火力-防护-机动性”做个比较，这个“铁三角”未免有些山寨的嫌疑哈。

表1　JLTV主要性能指标

性能指标	基本值	目标值
最高车速(千米/小时)	112.7	–
倒车最高车速(千米/小时)	12.9	–
0~48.3千米/小时加速时间(秒)	9.4	7
0~80.5千米/小时加速时间(秒)	26.1	–
道路/沙地最大爬坡度(%)	60/30	–
加挂车后最大爬坡度(%)	40	60
5%坡度连续上坡车速(千米/小时)	72.4	96.6
10千瓦28伏发电时的怠速油耗(加仑/小时)	1.6	1.0
续驶里程(千米)	483	–
7.62米制动距离初始车速(千米/小时)	32.2	48.3
驻车制动停车坡度(%)	60	–
加挂车后驻车制动停车坡度(%)	30	–
最大通过侧坡(°)	15	–
垂直障碍墙高度(米)	0.46	0.61
涉水深度(米)	0.762	1.524
接近/离去角(°)	60/45	–

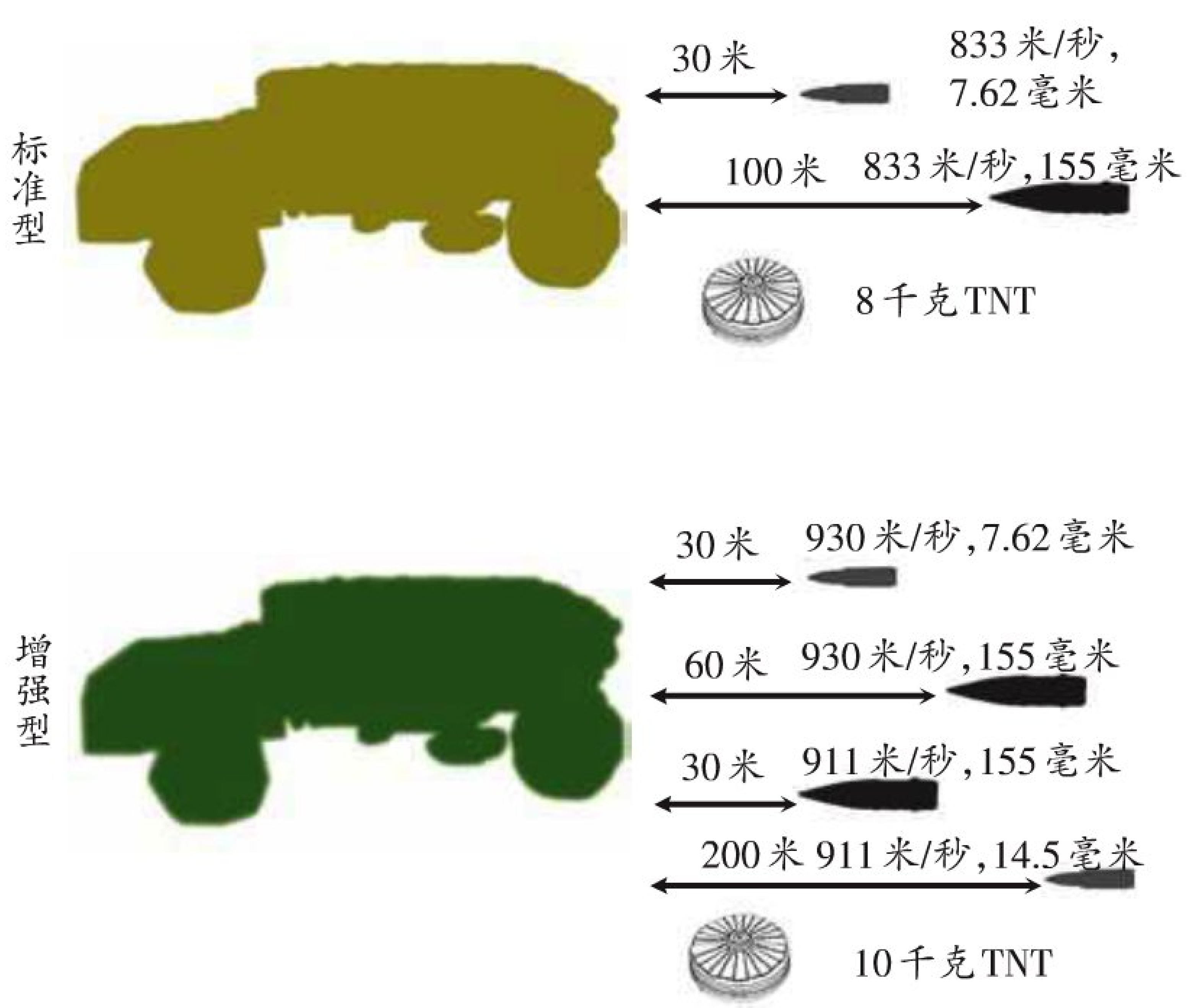
那么，JLTV的“铁三角”包括那些内容呢？

载荷方面，美军最初的规划是将JLTV分为两大类共5种车型，其中较轻的基本型有4种，分别是作战战术车（CTV）、多用途车（UV）、指挥车（C^2V）和侦察车（RV），另有一种较重的地面机动车（GMV）。随着研究的深入，JLTV充实为A、B、C三大类10种车型。随后美军砍掉了B类的所有车型，重新分成两大类，即整备6 169千克、额定载荷1 588千克、乘员4人的作战战术车（CTV），整备6 396千克、额定载荷约2 313千克、乘员2人的作战支援车（CSV）。

战术技术指标要求JLTV的单车携弹量包括M16型5.56毫米步枪弹2箱、M203型40毫米榴弹发射器弹1箱、M249型5.56毫米机枪弹4箱、MK19型40毫米榴弹发射器或M2型12.7毫米重机枪或M60型或M240型7.62毫米通用机枪弹6箱。此外，JLTV还配备一种半挂车，额定载荷2 540千克。其主要性能指标如表1所示。

战术机动性上，要求JLTV的路面使用率与“悍马”相同，即一级路30%，二级路30%，越野路40%。战略机动性上，要求JLTV满足美军及北约的公路、铁路运输标准和船运标准，应能被C-130运输机载运，用CH-47或CH-53直升机吊运，并可使用C-130、C-17和C-5运输机进行低速空投。

防护方面，要求JLTV具有标准型和增强型两种装甲。



优异的战技性能

在这个载荷-性能-防护“铁三角”总体设计思路的指导下，美军提出在JLTV研发中需要采用壳体化铝装甲驾驶室，配合附加装甲套件防护技术、车身高度调整技术、车辆底盘电控技术以及网络中心车技术等多种新技术。

壳体化铝装甲驾驶室为乘员提供基本防护。它既不同于传统轻型轮式战术车辆无装甲或局部装甲的驾驶室，也不同于轮式装甲车辆能保护全车的装甲车体。采用壳体化铝装甲驾驶室，可获得有限但有效的防护，同时又可明显减轻整车自重、提高载重量。壳体化铝装甲驾驶室的底部轮廓一般设计成V形或U形，用来分散地面爆炸的冲击波。侧面上部轮廓向内倾斜，增加发生跳弹的可能。车窗面积也在保证乘员视野的前提下设计得尽可能小。附加装甲套件主要包括保护车底部的防爆装甲板、加厚的防弹玻璃车窗、侧面的外挂装甲。

值得一提的是，JLTV引入了一项新技术，即通过可控悬架系统实现车身高度调整。这不仅能改善行驶平顺性和操纵稳定性，而且可以增强防地雷能力和可运输性。一方面，JLTV可以通过升高车身，使最小离地间隙达到508毫米（“悍马”为400毫米），有效减少地面爆炸对车辆的冲击。另一方面，又可以通过降低车身127毫米，使车身高度满足海军陆战队提出的1.93米的船运高度限值。

为降低技术风险，JLTV采用了一些已在商用车辆中得到应用的成熟车辆底盘电子控制技术，如制动防抱死系统、电子稳定控制系统、轮胎中央充放气系统、碰撞预警系统、车道偏离感知系统等等。其中轮胎中央充放气系统预设公路、越野、泥/雪/沙、应急四种胎压值。



碰撞预警系统可计算的两车接近速度范围为0.4~161千米/小时，前传感器的可探测距离范围为0.3~106.7米，侧传感器监测驾驶员侧面盲区内的情况。车道偏离感知系统需要分辨道路边缘或路边排水沟，用于减少因士兵疲劳驾驶而造成冲出道路的事故。

为满足美军网络中心战的要求，JLTV将装载大量电子设备，成为移动的指挥、控制、通信、计算机、情报、监视和侦察/电子战（C^4ISR/EW）平台，即所谓的网络中心车。C^4ISR/EW系统的总体设计采用开放式架构，设计规范借鉴了SAE和IEEE等商业化标准，以便于将来集成更新的产品，同时减少安装和维护的成本。C^4ISR/EW系统的具体设计应考虑的方面有指挥、控制和形势感知、通信、电子生存性、后勤和维护自动化。

JLTV的车载电子设备分为A、B两类配置，其中A类电子设备配置为车辆的标准配置，在生产时即装入车辆，具有开放



►BAE团队迷彩涂装的JLTV样车

性、模块化和可升级等特点。B类电子设备配置设计为即插即用的设备,可根据车辆执行的不同任务而选装。

A类配置的主要电子设备包括通用行车电脑、控制与显示子系统、C[4]ISR/EW数据总线、汽车传感器数据总线、全球定位系统、电力管理系统、用于安装B类电子设备配置的硬件接口等。其中,控制与显示子系统包括一个操作员显示单元和若干个辅助显示单元。操作员显示单元供车长使用,包含的组件有,战场指挥与控制、故障诊断、传感器控制、电子战控制、无线电控制、路由器控制和路由器配置。驾驶员的前方设有一个辅助显示单元,供驾驶员控制车辆和故障诊断信息。

JLTV的数据总线架构由C[4]ISR/EW数据总线和汽车传感器数据总线组成。C[4]ISR/EW数据总线是C[4]ISR/EW与其它车载总线系统交换数据的通道,而汽车传感器数据总线用于车辆故障诊断系统的数据交换与更新。

为满足网络中心战技术对电力的需求,JLTV需要配备大功率的发电设备和电力管理系统,能为车载电器设备提供20~30千瓦电力,并输出至少10~30千瓦电力供给外部电器设备。在车载发电机停机,仅用电池供电的情况下,应保证完成2~6小时的静默监视作业。为节省电力,包括前大灯在内的全车灯具都采用了发光二极管照明技术。

群雄并起竞标

既然美军将JLTV描绘得如此强大,美国的军火大佬们纷纷表示愿意为国效力,当然他们更愿意获得JLTV可能的300~700亿美元的订单。而美军认为应通过团队研发,在各成员间取长补短,增强综合研发实力。于是,一时间群雄并起,有意JLTV的防务公司纷纷相互接洽、谋求组团竞标。

2008年10月,美军宣布洛马、BAE和GTV三个团队中标,合同金额分别为3 590万美元、4 040万美元和4 500万美元。按照合同,技术开发阶段为期27个月,其中前15个月用于研制样车,每个团队应在样车研制阶段期满后交付三种型号共7辆样车,军方将在之后12个月里进行性能试验。

洛马团队的队员有已被英国BAE系统并购的装甲控股、美铝防务、JWF防务系统。洛马不仅是美国军火巨头之首,而且是陆军研发"未来战术卡车系统"多用途车的两家承包商之一,装甲控股则拿到了未来战术卡车系统机动保障车(FTTS MSV)的研制合同。

牵头BAE团队的英国BAE系统集团是世界头号军火商,在海军陆战队研发作战战术车时曾不计名利地提

表2 A类JLTV试验样车主要总体性能参数对比

团队	BAE	GTV	洛马
自重(千克)	5 988	6 078	5 115
战斗全重(千克)	9 458	9 253	9 253
续驶里程(千米)	586	644	483
最高车速(千米/小时)	132	122	119



►GTV团队的试验样车在阿伯丁试验场



►BAE团队的试验样车



►洛马团队的试验样车在阿伯丁试验场



▶诺斯罗普·格鲁曼团队推出的JLTV样车



▶使用"小型作战战术车座舱"的升级版"悍马"



▶使用"小型作战战术车座舱"的"悍马"与原装"悍马"对比



▶与"悍马"相比，防地雷反伏击全地形车（M–ATV）的体态庞大许多

供底盘和基本装甲。其合作伙伴航星防务公司则控股国际卡车发动机公司，而国际卡车发动机公司正是陆军研发未来战术卡车系统多用途车的另一家承包商。所谓的GTV团队是通用动力公司地面系统分部和AM通用公司共同进行风险投资组建了通用战术车辆公司。此二者一个生产M1坦克，一个生产"悍马"，在陆军和海军陆战队中想必有坚实的群众基础。

我们再来看看不大服气的波音团队和诺格团队。虽然波音和诺斯罗普·格鲁曼在世界排名上分别高居第三、第四，仅次于BAE系统和洛马，但他们的老客户是海、空军，在陆军那里的人脉反倒不如世界排名第五的通用动力，所以，尽管诺斯罗普·格鲁曼把长期为陆军服务的奥什卡什拉了进来，依然没有得到陆军的认同。其实，陆军也算对得起老朋友，因为第二年奥什卡什就中标防地雷反伏击全地形车（M–ATV），采购金额高达数十亿美元。

2010年5月，洛马、BAE和GTV先后向军方交付试验样车，在阿伯丁试验场开始了性能试验。美军需要对这些试验样车进行技术性能风险评估，并根据测试结果修订JLTV的战术技术指标。之后，美军会组织工程制造阶段的招投标，将有两个中标名额。这两个中标者将竞标最终的产品合同。

三个团队交出的试验样车可以说是既各具特点又有相近之处。在总体性能方面，已公布的A类样车主要总体性能参数如表2所示。

在底盘技术方面，三个团队的试验样车皆采用了功率在220千瓦左右的柴油机、6速自动变速器、带高低档与闭锁功能的分动器和适用于独立悬架的驱动桥组成动力传动系统，以及具备车身高度调整功能的双横臂式独立悬架系统。

目前，为期一年的性能试验已经结束，军方对JLTV试验样车的评价如何呢？项目办公室给出的答案是：各家的试验样车都基本达标，可满足当前的防护要求，但都超重几百至一千磅。对于这几百千克的超重，陆军认为无碍大局，而海军陆战队认为是不可接受的。

海军陆战队之所以对车重极其重视，也是迫不得已。在美国军队中，海军陆战队承担了"远征军"的角色其基本作战编组形式是空地特遣队，部队的部署及补给主要通过空中投送。JLTV超重就意味着可空运的其它物资减少。因此，尽管拥有吊运能力7 620千克的CH–53E直升机，超过陆军吊运能力7 094千克的CH–47F，海军陆战队仍然希望JLTV越轻越好。

其实，JLTV的车重问题由来已久，而且直接影响着车辆的总体设计。例如在民用汽车领域十分热门的混合动力技术，尽管美军在"未来战术卡车系统"多用途车上早已验证过，但并未成为JLTV动力传动系统的首选方案。这一方面是出于规避技术风险、降低研制成本的目的，另一方面还是为了减轻整车整备质量。同样为减轻悬架的重量，BAE和洛马团队研制的样车都采用了商用车常用的空气弹簧，而不是更安全但更重的油气弹簧。为减轻装甲的重量，轻质金属/非金属装甲材料被大量使用，后果自然是车辆的造价大增。

财大气粗的陆军对JLTV的单车估价曾经高达42万美元，远远大于25万美元的目标价格。为了不激怒国会议员和海军陆战队，JLTV项目办公室目前给出的估价为32万美元，低于单价43~90万美元的各种防地雷反伏击车（MRAP）和约50万美元的防地雷反伏击全地形车。但是，海军陆战队的领导对这个价格仍不满



▶试验中的JLTV

意,认为JLTV的单价应降到30万美元左右,否则不如把现役的“悍马”进行装甲升级。为此,海军陆战队已经评测了德事隆防务系统公司的“小型作战战术车座舱”(SCTVC)。这种装甲座舱可以用螺栓固定在现役“悍马”的底盘上,替代原车的驾驶室。

JLTV前途未卜

正在陆军与海军陆战队为JLTV的造价及车重吵得面红耳赤之时,美国国会两院又赶来凑热闹,先是众议院在6月从JLTV的经费中砍掉了5 000万美元补给提升“悍马”生存性的研究项目,再是参议院在9月干脆建议终止JLTV项目。其原因也很简单,因为各种防地雷反伏击车已经在伊拉克和阿富汗服役了,战场对JLTV的需求已不那么迫切。加之近期中东地区阿拉伯世界风云突变,美国国防预算的分配必须更加现实。

面对国会的釜底抽薪,军方不得不停止内讧,一致对外。一方面,为否定升级“悍马”,军方先拿出一些升级版“悍马”的测试数据,力图证明升级版“悍马”的性能并不令人满意。然后陆军和海军陆战队的将军们先后站出来,说“悍马”已经为军方鞠躬尽瘁了,只有JLTV才能满足军方要求。而陆军部长马休甚至急不择言,说出了“我们已经受够了‘悍马’”这样的粗话。另一方面,为讨好国会方面,军方在10月发布的战技指标修正草案中放宽了一些要求,把JLTV的单车采购成本压低了10万美元,同时又把JLTV工程、制造与发展阶段周期缩减了16个月,提前到2012年5月结束。

尽管军方正在想尽办法说服国会,目前JLTV的依然前程未卜。正如国外媒体所言,“将替代‘悍马’的JLTV的研发命运,比测试它的道路有更跌宕起伏。”联想到近年来美军被砍掉的一些著名的武器研制计划,例如陆军雄心勃勃的“未来作战系统”和海军陆战队十分渴望的“远征战斗车”(EFV),也许有一天美军会再次做出一个非常艰难的决定,放弃JLTV计划。

[编辑/王瑾]



兵器也卡通

[文章编码0112]

绘图 DIGITALUNIT

1



“无比”号护卫舰

这时新加坡“可畏”级护卫舰的最后一艘，“无比”号。“可畏”级由法国设计和建造，新加坡购买了6艘，是东南亚地区现在最现代化的军舰。它的外形很简洁，能减少雷达波的反射。武器主要是一门76毫米舰炮，两套八单元的“希尔瓦”A43型垂直发射器（内装16枚“紫菀”15型防空导弹），8枚“鱼叉”反舰导弹和一架中型反潜直升机。

2



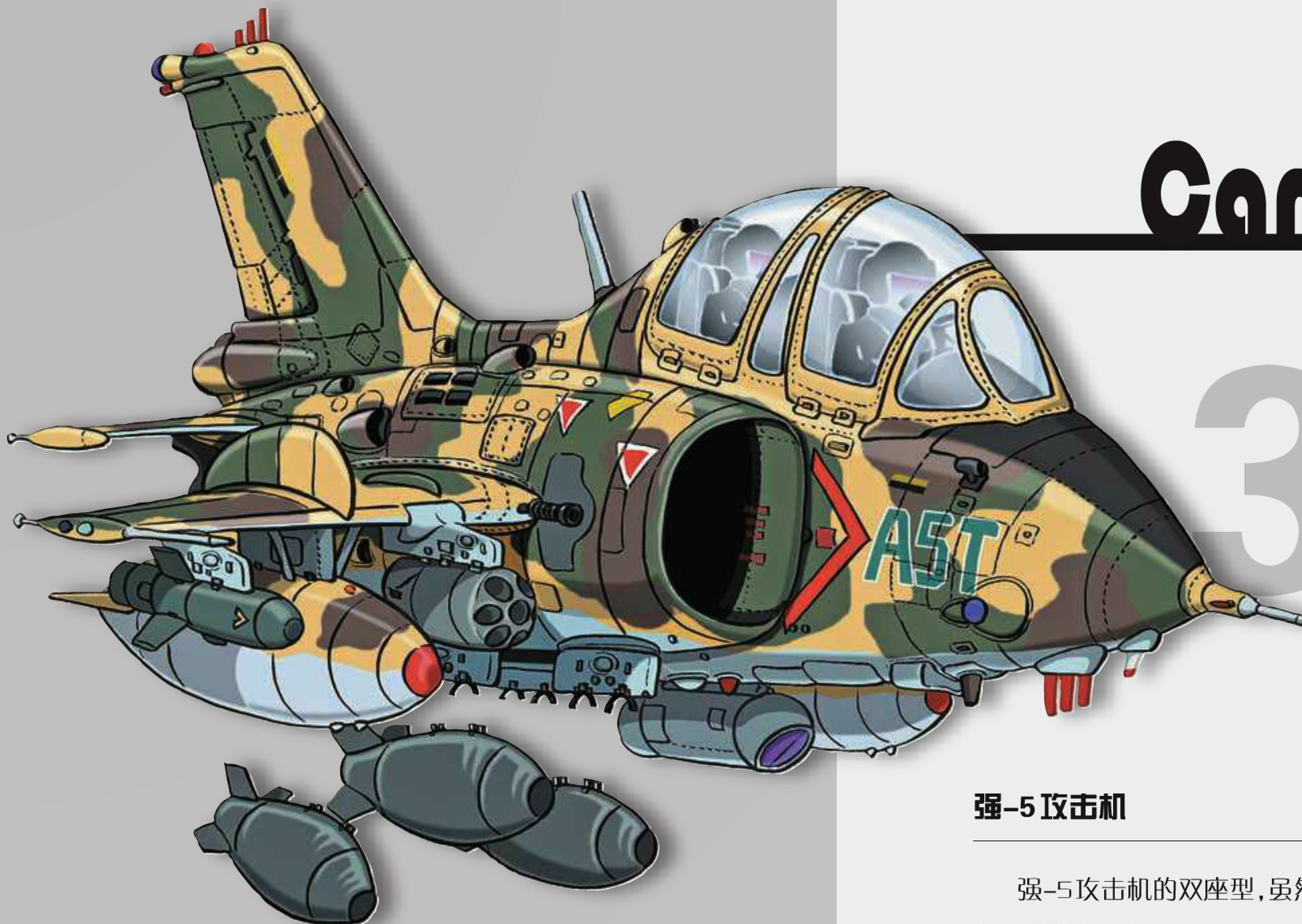
“维斯比”级护卫舰

瑞典建造的“维斯比”级护卫舰是世界上第一个按照全隐形规范，用碳纤维夹心材料制造船体的军舰，因此它的隐身性能非常突出。不仅上层建筑，就连前面的57毫米舰炮也采用了独特的多面体炮塔，炮管可以收藏在前方的舱盖下。舰上还配备了8枚RBS-15 MK Ⅱ型舰舰导弹、4具400毫米反潜鱼雷发射管。燃气轮机和喷水推进装置让它的最高航速达到35节。

65.

Cartoon

3



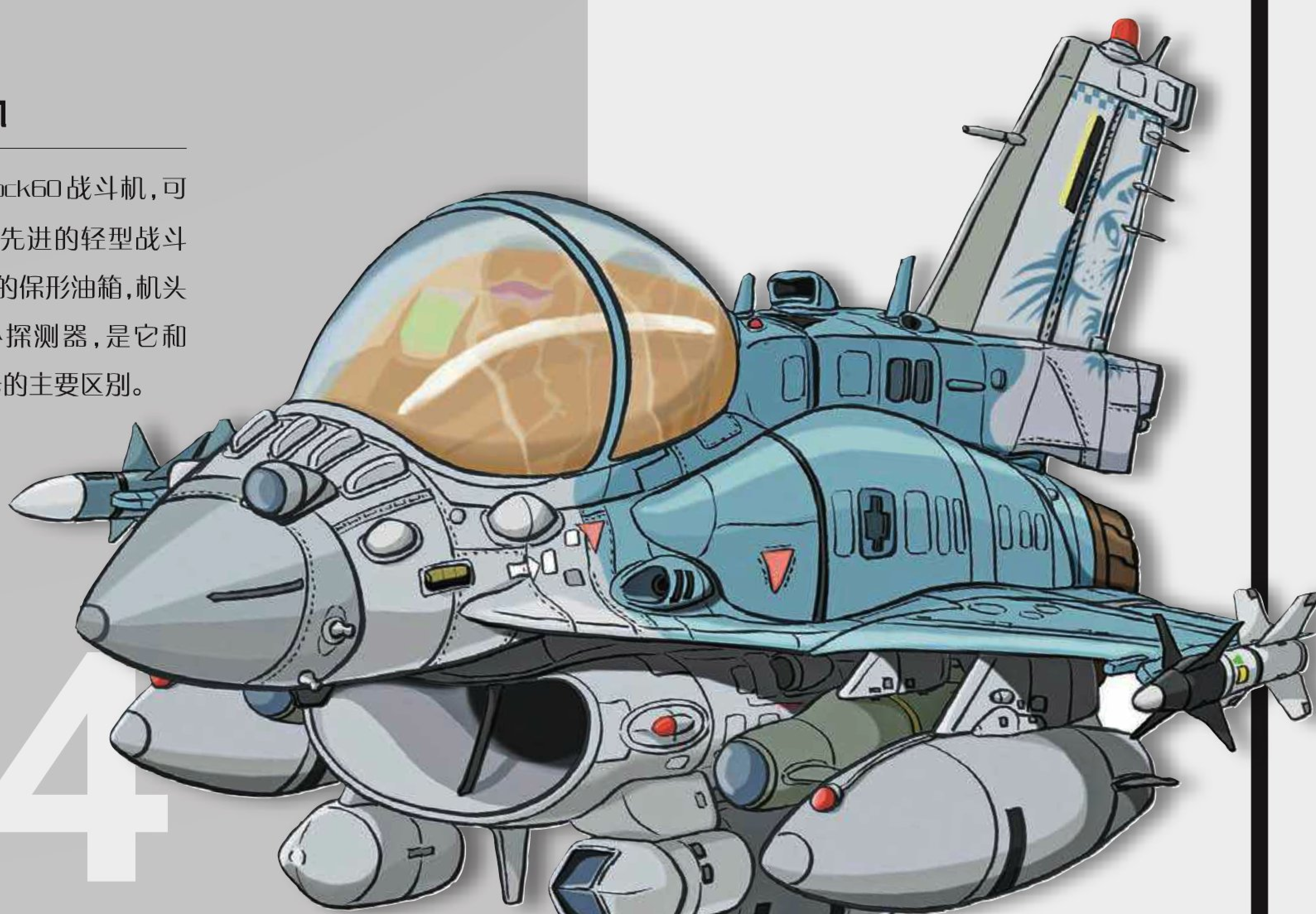
强-5攻击机

强-5攻击机的双座型，虽然专业是训练和对地攻击，但它也具备很好的空战能力。

F-16 战斗机

F-16 Block60战斗机，可以说是当代最先进的轻型战斗机。机翼根部的保形油箱，机头的圆球形红外探测器，是它和F-16其它型号的主要区别。

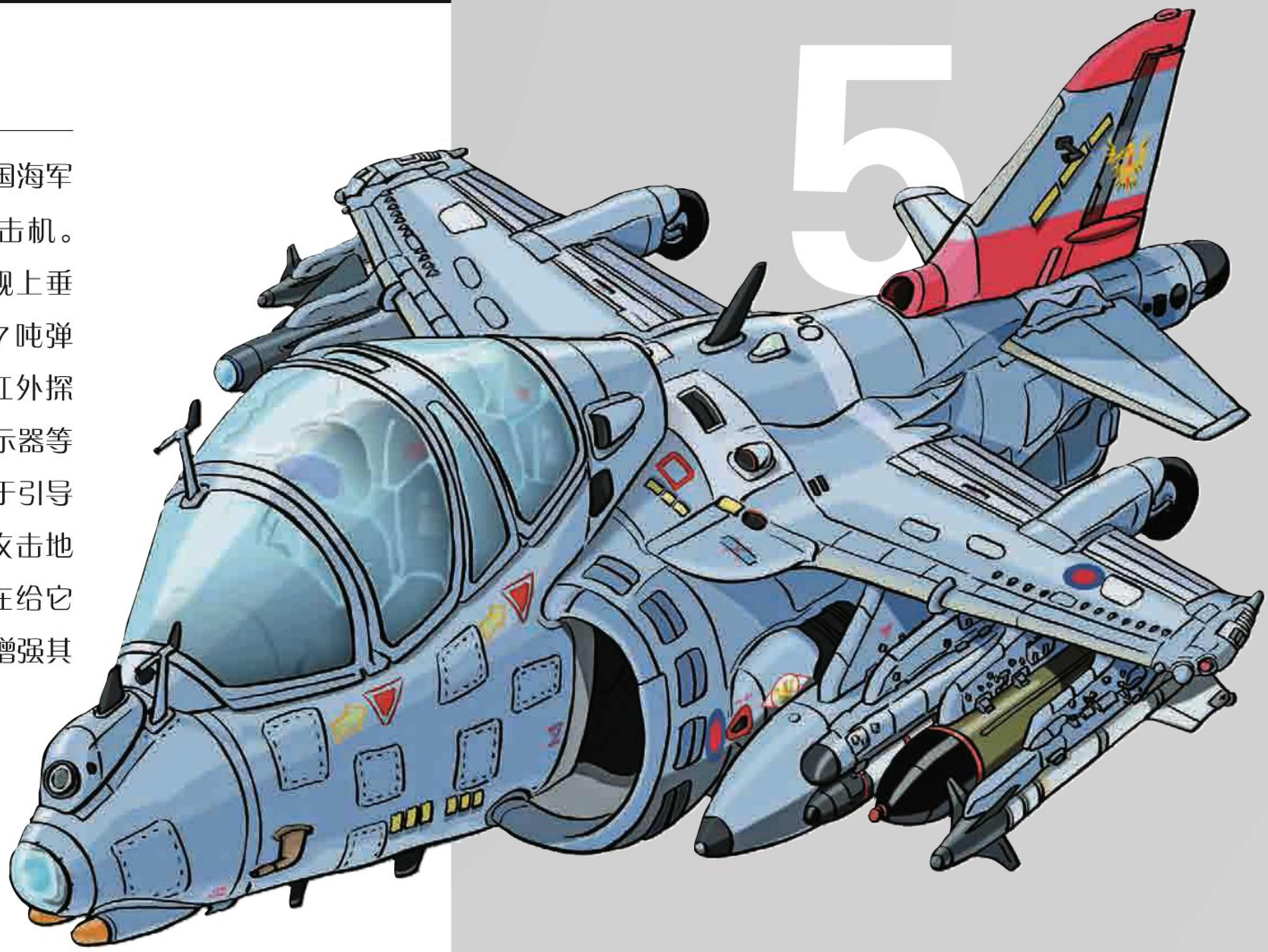
4



5

AV-8B攻击机

AV-8B是美国海军陆战队的主力攻击机。它能在两栖攻击舰上垂直起降，挂载3~7吨弹药。它的机头是红外探测器、激光目标指示器等光电设备，专门用于引导激光制导炸弹等攻击地面目标。现在正在给它的机头换装雷达，增强其空战能力。



6

“黑骑士”无人车

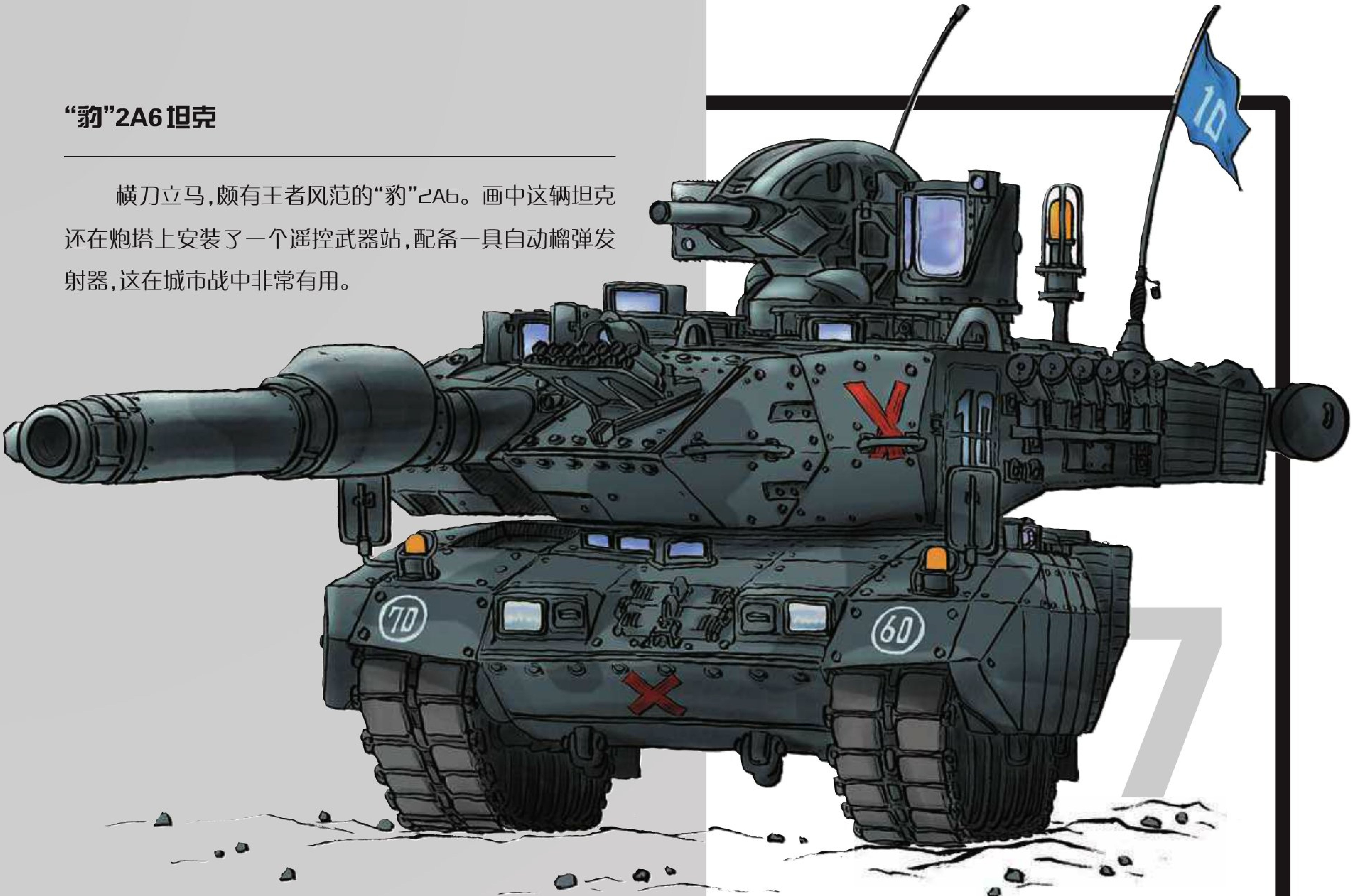
“黑骑士”无人车，是美国正在研制的一种新概念武器。它不需要人来驾驶，自己长有眼睛——炮塔前那四个圆柱状的东西，能够分别左右、上下转动扫描，是激光雷达，探测前方障碍物的距离。激光雷达旁还有两组高精度立体摄像机。车上的计算机根据它们的探测结果，决定自己的行动路线，就像大脑。炮塔顶上有1具热像仪、2具彩色摄像机，探测到的图像可以传送给后方步兵战车上的士兵，由他们遥控“黑骑士”。

因为没有人，所以“黑骑士”酷似一辆缩小的坦克。车体只有4米长，宽2米，也就是普通坦克的一半多点，只比“悍马”吉普车略大一点。它的重量也只有9.5~12吨，不到普通坦克的五分之一。虽然只有一门30毫米机关炮，但对于执行侦察任务的“黑骑士”来说，威力也不小了。它今后还可以改装更大的火炮，或者导弹等武器，成为无人坦克歼击车。或者装上大口径迫击炮、扫雷装置等，执行其它任务。依靠先进的通信技术，无人驾驶特性，它必将是陆战场上的明日之星。



“豹”2A6坦克

横刀立马，颇有王者风范的“豹”2A6。画中这辆坦克还在炮塔上安装了一个遥控武器站，配备一具自动榴弹发射器，这在城市战中非常有用。

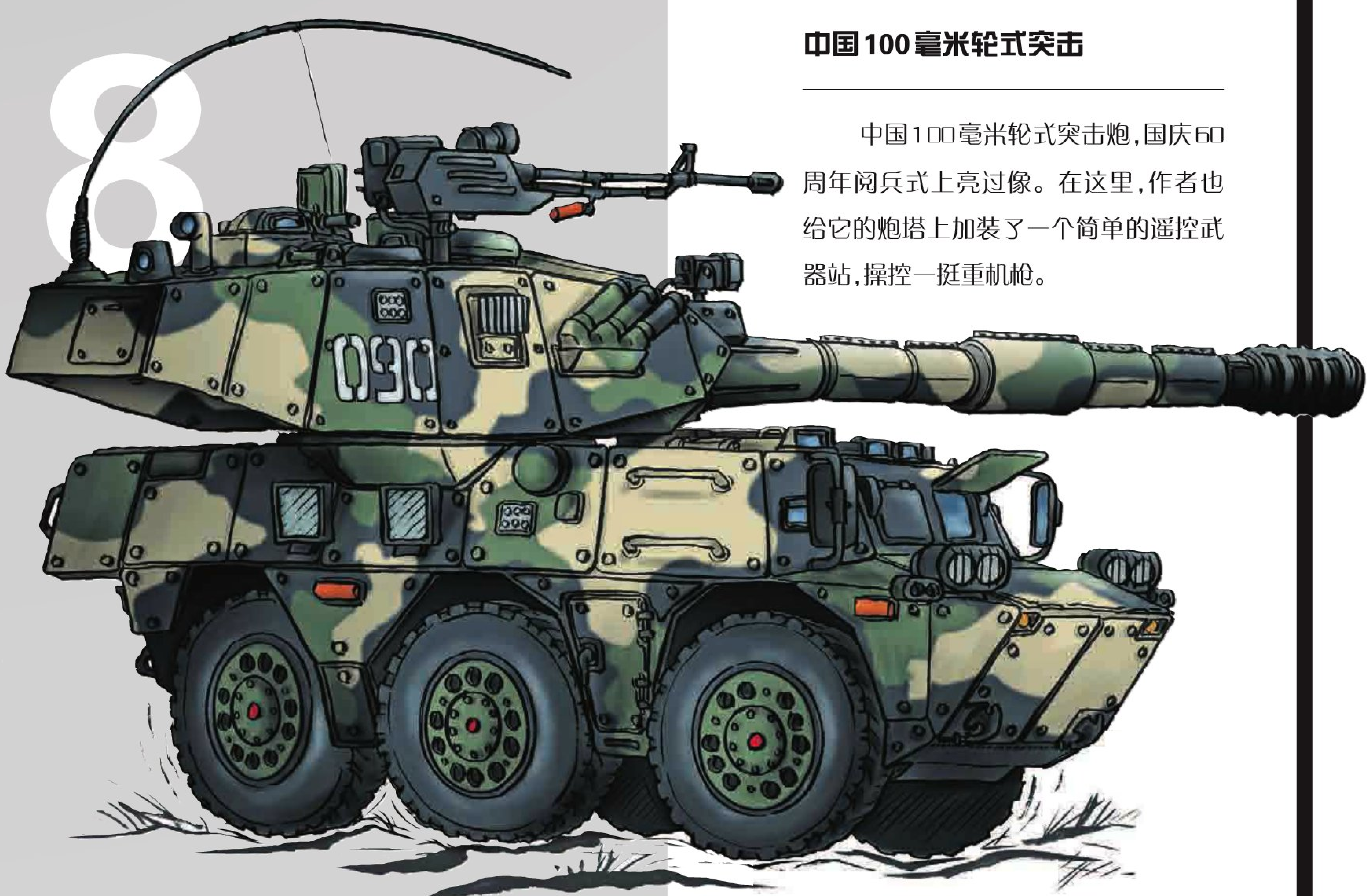


7

8

中国100毫米轮式突击

中国100毫米轮式突击炮，国庆60周年阅兵式上亮过像。在这里，作者也给它的炮塔上加装了一个简单的遥控武器站，操控一挺重机枪。



毫无疑问，今天的武器装备大多还是对昨日的延续，单就为变化所继续抵抗的传统或背景，即使在今天也依然与它们在1960年代、1940年代乃至1920年代的一样强大，但有些变化的确值得探讨、争辩。需要强调的是，我们的目的在于卸下考据的重担，倡导仔细考察那些迹象背后更深更广的内容。

"争+鸣"空间的落地归结于北京西山脚下"四王府"的一次圈中好友的聚会，故记于栏目名中，以作纪念。

[文章编码0113]

主动防御系统 要/不要的理由

主持人的话

为了进一步提高坦克的战场生存能力，一些国家把关注焦点放在了坦克装甲车辆智能综合主动防护系统（APS）的研究之上。

从最早装备于T-55坦克上的"鸫"式主动防护系统，到"窗帘"、"竞技场"-E主动防护系统。如今，各国都在大力发展主动防护系统。据称，安装主动防护系统的坦克，在战场上的生存能力比没有安装的高出5倍以上。然而，在当今空、天、地各种反坦克武器大发展的形势下，主动防护系统有没有弱点和漏洞呢？是不是所有国家的坦克都适合安装呢？

（嘉宾主持/本刊记者 王瑾）



▶"竞技场"-E主动防护系统形成的镁粉墙。俄方称，给坦克加装主动防护系统很容易，即在坦克炮塔后部固定一个雷达支架，在炮塔四周安装24块主动爆炸块（块中装有金属镁粉）。爆炸块儿打出去后，会在坦克前20~30米处，形成一堵金属镁粉墙

正

安全第一，穿着雨衣打伞又何妨？



做客专家：吴志成

在战场中的枪林弹雨中，坦克的主动防御系统无疑是撑在头顶上的一把大伞。作为可以拦截、摧毁或干扰敌方来袭弹药的智能化自卫系统。主动防御系统既可以在车辆周围一定的范围内形成一道防护圈，在敌方来袭的弹药击中车体前将其拦截、摧毁，也可以通过干扰弹或干扰器来干扰敌方武器的制导或瞄准装置，或通过降低车辆本身的信号特征及生成假目标来干扰感应式弹药。目前，经过近30年的不断发展，这把大伞日臻成熟。

1 反应迅速、御敌身外。俄罗斯的"竞技场"主动防御系统从发现目标到摧毁目标的反应时间不超过0.07秒，其拦截弹产生的破片区域距离坦克20~30米。美国罗克韦尔公司的"小型低成本拦截装置"（SLID）在距离车辆100米左右的距离上摧毁来袭目标。以色列的"战利品"系统可在来袭目标距离己方坦克数十米时实施精确拦截。

2 全向防护、不惧暗算。俄罗斯的"竞技场"主动防御系统防护范围可达300°，并具有一定的防攻顶能力。美国雷锡恩公司研制的"瞬杀"（Quick Kill）主动防御系统采用垂直发射方式，只需要一套发射装置就可为车辆提供全向防御。欧洲航空防务及航天公司(EADS)所属防务电子公司的MUSS系统能够在水平360°和70°仰角的范围内提供防护。

3 高接低挡，应对自如。乌克兰的"屏障"（ZASLON）系统可拦截终段速度为70米/秒~2 000米/秒的来袭目标。

4 主动防御，惠及"步兵"。现代战争中，步兵乘坐步兵战车和装甲输送车伴随坦克行进，主动防御系统的拦截武器不会对装甲车辆构成威胁，而装甲车辆安装主动防御系统后会大大提高步兵的战场生存能力。

5 面对弹群，有胜于无。在遭到敌方炮火覆盖时，主动防御虽不能一一化解，但在拦截武器爆炸时，对一定范围的来袭炮弹都会有干扰，从而影响杀伤力。

6 拦截间隙，机动防御。在主动防御系统刚刚发射拦截武器后，进行下一次发射的准备时间不可避免，但危险感知系统和干扰系统仍可工作。当发现危险后也可通知驾驶员迅速转移阵地，走为上策。

7 成本适中、前景乐观。以色列"战利品"系统的单价约为15~20万美元。德国戴森罗特工程公司的主动防护系统售价约30万美元，而坦克的战斗全重仅增加0.5吨。电子信息技术的进步和批量生产会使成本大幅下降。

8 面对挑战、发展完善。目前主动防御系统受到的挑战也越来越大。为了有效地拦截动能穿甲武器，主动防御系统必须具备远距离探测能力和快速数据处理能力，并研发新型拦截弹。目前美国已经提出了径向成型装药战斗部和复合成型爆轰战斗部拦截弹，以及动能转移结构的概念。

反

打伞了，就不必再穿雨衣了。

随着各种反坦克武器迅猛发展，主动防护系统很快就进入到一个尴尬的地步，其漏洞显得越来越大。在此，我们仅以比较成型、先进、已装备和广泛销售的俄军“竞技场”–E（ARENA–E）主动防护系统为例，深入分析主动防护系统的弊病。

1 反应时间有限。正因为主动防护系统主要是防御反坦克导弹的，所以在“竞技场”–E主动防护系统的技术指标中明确指出“控制目标速度70~700米/秒，系统反应时间0.07秒。”也就是说只要敌方的炮弹速度超过700米/秒，主动防护系统则无效了，连锁定的时间都没有。

但第三代坦克滑膛炮的初速都在近2 000米/秒，就连第一代的59坦克线膛炮的初速都在近1 000米/秒，所以说主动防护系统，连普通的炮弹都无法抵挡。

之所以无法抵挡，是因为系统的反应时间来不及。自动锁定敌方的反坦克导弹在50米处，而后系统反应，反应时间0.07秒。一般的反坦克导弹飞行速度较低，200米/秒，系统可以及时反应抵挡。但炮弹速度快，大于700米/秒，没等系统反应，炮弹就已经打到了。

2 防护范围有限。“竞技场”–E的安全保护范围是270°，坦克后方有90°的空白，无法防御。主动防护系统靠雷达搜索和锁定目标，当然雷达所有的弱点它都有。雷达有顶锥盲区和低空盲区两部分。顶锥盲区指雷达站头顶一定仰角以上的一个倒角锥形区域。低空盲区指低于一定仰角以下的区域。也就是说，坦克的主动防护系统无法防御头顶的攻击和死角的攻击。由于坦克普遍低矮，所以坦克主动防护系统的顶锥盲区很大，只要导弹超过坦克的一定高度，坦克顶部就成了受攻击的最佳部位。

另外，如果反坦克导弹的形状带有角反射器的性质，成为隐身导弹，也可以有效驱散雷达信号，使之失效。

3 灯下黑，近距离步兵武器难防。正因为主动防护系统是针对反坦克导弹设计的，所以对那些速度低于70米的反坦克手榴弹、反坦克火箭筒均无动于衷。

4 对己方步兵危害极大。硬杀伤系统是一种近距离反导弹防御系统，在车辆周围的安全距离上构成一道主动火力圈，在敌方导弹或炮弹击中坦克前对其进行拦截和摧毁，但无意中给己方士兵带来极大的威胁和危害。

“竞技场”–E的性能指标说“伴随步兵安全距离20~30米”，也就是在坦克周围30~50米的圆径内，只要防护系统工作，能不能防护敌人的导弹不敢说，对自己的步兵都可能是危险的，要远远躲开。



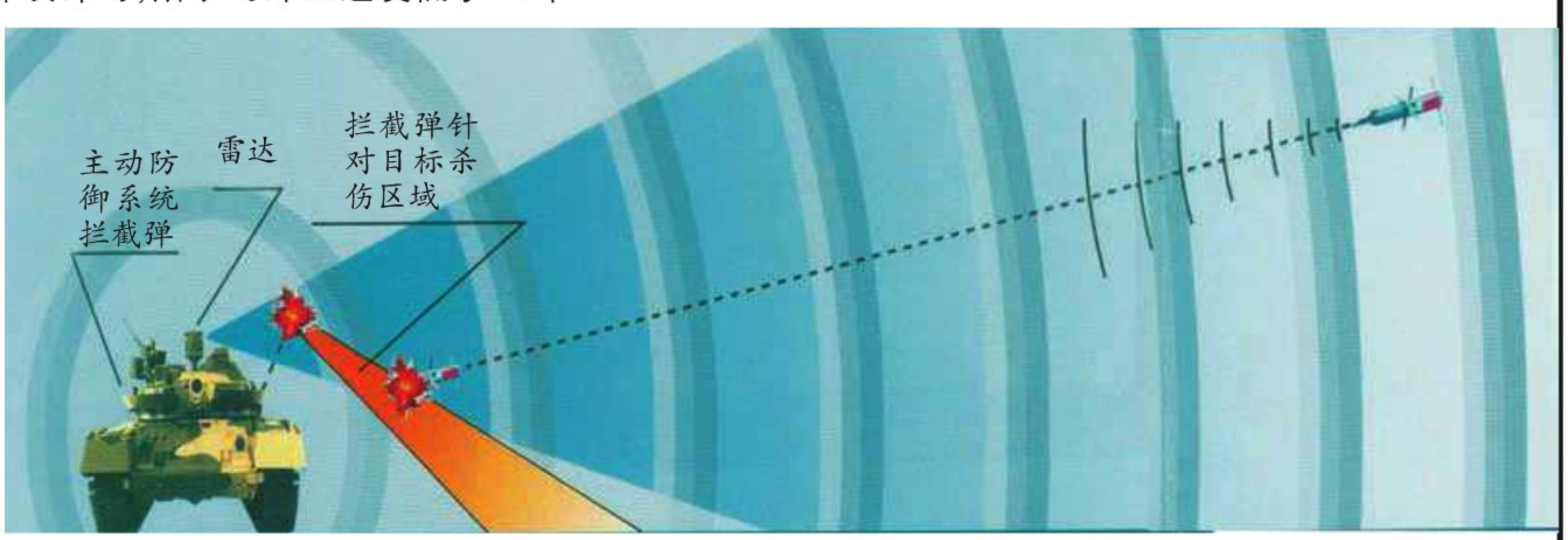
做客专家：芦继兵

5 对付弹群无可奈何。连续的攻击使计算机不知先锁定和攻击哪个目标，即便把这个防御了，下一发也到了。

6 二次作战准备时间长。在实战中同一部位连续命中两次不太容易，但同一方向连续飞来多发炮弹却是经常发生的。而主动防护系统的主动防御部件在使用后不能及时更换或补给，即使雷达锁定也无力摧毁。对主动防护系统的恢复和调整、测试、重新安装，只能是战后了。

7 造价高昂，重量大。“竞技场”–E的市场报价已超过30万美元，是一辆俄罗斯主战坦克价格的七分之一（T–90主战坦克市场报价200万）。由于俄罗斯陆军财政比较紧张，“竞技场”–E主要用于出口。此外，“竞技场”–E重1.3吨，对坦克来讲还可以忍受，但若装备到装甲车或其它车辆上，就略显吃力。

8 专门应付主动防护系统的武器悄然出现。目前坦克的主动防护系统还没在实战中使用，但专门对付它的武器已经出现。这就是俄罗斯RPG–30反坦克火箭筒。它在发射时，首先会射出邻接管内的一枚诱饵弹，随后立即发射一枚串联火箭弹。诱饵弹意在转移主动防护系统的注意力，这样串联火箭弹就能对坦克进行连续攻击。俄方称，利用二级发射管内的小型火箭弹，RPG–30只需很少的成本，便可制服主动防护系统。



▶“竞技场”–E主动防护系统作战示意图

［本文的访谈视频由网易军事录制，欢迎各位读者朋友观赏］



非常战

在历史的长河里，有多少辉煌与遗憾掩埋在浪花中。“非常战”以全新的视角，剖析熟悉战例中您不熟悉的内容。

[文章编码0114]

蟒蛇行动

主持人/函　雨

专　家/花　吉　范丽丽　杜文龙

2002年3月1~18日，为了清剿加德兹附近沙希果德峡谷地带的塔利班武装和“基地”组织残部，美军动用第10山地师、第101空中突击师一部兵力和部分特种部队，在澳大利亚、加拿大、丹麦、法国、德国、挪威等国少量部队和阿富汗地方武装的配合下，实施了代号“蟒蛇行动”的搜剿作战。共打死塔利班武装和“基地”组织残余分子700多名，俘虏约20人，美军共有10多人阵亡、几十人受伤，阿富汗政府军约有几百人伤亡，其中美军近一半的伤亡就发生在3月4日的那一天。

[专家观点]

“蟒蛇行动”的起因要从2001年12月说起。当时以美军为首的联军占领了阿富汗的主要城市，塔利班武装和“基地”组织残余势力退守到东部山区。12月中旬起，联军展开了一系列清剿行动，但由于地面部队兵力有限，力量单薄，围堵不力，加之塔利班武装和“基地”组织兵力分散，地形复杂，清剿行动成效不大。到2002年2月下旬，美军一支特种部队在阿富汗东部加德兹市以南40千米处，协助地方武装接管锡尔康科镇时，突遭“基地”组织残部伏击，1名士兵阵亡，多人受伤。美军侦察发现，约600~800名塔利班武装和“基地”组织残部正在加德兹附近沙希果德峡谷地带集结。



【小贴士】

加德兹是阿富汗与巴基斯坦交界的帕克蒂亚省首府，位于兴都库什山脉以南。沙希果德峡谷在加德兹以南约18英里处，海拔2 286米。峡谷内容积较小，长约8千米，宽约4千米，由几座大型山脉环绕而成：西边是驼背状“威尔”山脉，东部是“塔克盖尔”山脉，南端是一条内凹型的箭头状冯格尔山脉带。高大的山脉和为数不多的几条进出通道，提供了天然保护屏障，并将之与外界隔离。早在苏军进攻阿富汗时，阿游击队就利用峡谷险峻的地形和山上洞穴，修建了许多四通八达的地道和掩体。此后，“基地”组织又对这些工事进行了整修，并在这里建立了训练基地，整体防御能力很强。

3月1日，美军首先出动B-1、B-2、F-14、F-15E、AC-130等战机和“阿帕奇”直升机，对塔利班武装和“基地”组织残余分子的据点实施空中打击，投掷了近200枚炸弹。之后，以美军为首的联军一部约70人，与1 000余名阿富汗临时政府部队组成先遣部队，对沙希果德峡谷展开了驱歼性攻击，从两个方向对山区武装分子发起进攻，消灭外围警戒兵力。

其实早在阿富汗战争打响前，美军就针对可能遂行的搜剿作战开始进行充分的准备。2001年10月16日，美军在本土路易斯安那州联合战备训练中心，组织了多支参战部队进行山区搜剿行动模拟演习。演习设置了“基地”组织成员藏匿于山洞，被美军包围后仍负隅顽抗，并利用无线电话向外界求援，以及当地民众帮助“基地”组织成员躲藏，美军搜剿行动开展不利等情况。此外，美军还研制了专门用于搜剿的武器装

杂志惠 www.zazhihui.cc

备，如能够进入山洞内实施侦察的“赫尔墨斯”机器人等。“赫尔墨斯”的名字来自古希腊传说中的商业、发明、灵巧之神，据说也负责为天上诸神传递书信。“赫尔墨斯”重19千克，高30厘米，长1米，有两块2.7千克重的充电电池，每块可持续工作一个小时，装备有2架摄像机，还配备了全球定位系统，可以依照电子地图有效地执行搜索任务。执行任务时，洞外的操作者通过摄像机掌握其行踪，并通过无线电向其下达动作指令，控制它“蹲下”、“站起”、翻越石块或避开其它危险地带。

[当事人]

布鲁斯·热泰上校（机器人试验小组主任）：

在越南战争中，为了确定黑暗地带是否安全，美军经常用绳索缠在一名士兵的腰部，将其送到洞下或是别的什么地方，很多士兵不是被山洞中的利器刺伤，就是在里面中毒身亡。现在，机器人提高了美军士兵的安全系数。



►机器人从此在美国的战场上大行其道，而且功能越来越强大

2002年3月1日深夜，在加德兹附近，由克里斯·哈斯中校指挥的第5特种作战大队指挥与控制部队“鲨鱼”小组，连同两支A队，即第5特种作战大队的“得克萨斯14”小组和第3特种作战大队的“眼镜蛇72”小组，约30人，率领着380名阿富汗新征募的普什图战士登上多辆战车出发了。

此时，塔利班武装和“基地”组织残余分子也没闲着。面对联军的搜剿，他们在前沿阵地的各个制高点上都部署了“圣战敢死队员”，依托高地、山洞、地堡等有利地形，以步枪、机枪和火箭筒等轻武器进行抵抗。同时还在一些山头上设置观察所，指挥迫击炮打击联军部队。

2日拂晓，迫击炮弹和火箭弹精准的爆炸令联军大为震惊。对情况估计不足的联军被阻于山腰，难以前进。

此时，“眼镜蛇72”小组的副指挥官斯坦利·哈里曼二级准尉正在一处干河床的战车上，突然，一发炮弹直接在哈里曼身旁爆炸，将他炸伤。哈里曼跳下车，大声叫喊着要他的队员散开。炮弹如雨般落下来，沙地上尘雾弥漫。在他们周围爆炸的子弹碎片四处飞溅。为了请求支援，哈里曼奋不顾身地跑回他的指挥车。他又一次被击中了，这次是致命的。

[小贴士]

特种部队的准尉是1985年设立的，用以取代A队的中尉而成为副指挥官或副队长。他们为数不多，而且比大多数军官要专业得多。哈里曼二级准尉是第一位在战斗中牺牲的特种部队准尉军官。

在附近高地上实施侦察引导的美军特种部队发现这一情况后，迅速呼唤F-15E战斗机实施火力支援。但听到战斗机声音的塔利班武装和“基地”组织残余分子立刻躲进洞穴。F-15E战斗机对准其中两个洞穴，投掷了2枚BLU-118B温压弹，但轰炸效果不理想。

入夜，阿富汗部队指挥官奇阿·洛丁下令取消进攻并命令其部队退回加德兹。首轮地面进攻以失败告终，美军阵亡1人，阿政府军40余人伤亡。

[专家观点]

BLU-118B温压弹是2001年10月由洛克希德·马丁公司研制成功的，此次在阿富汗战场投放是首次用于实战。温压弹主要用于杀伤地下掩体（洞穴和山洞）等有限空间内的敌人。其工作原理是在洞穴和山洞内引爆后，迅速耗尽洞内氧气，同时爆炸带来的高压与冲击波席卷洞穴，消灭洞内人员、破坏关键设备和电子设施。爆炸碎片却不会封住洞口，也不会使洞穴或隧道坍塌。

此次F-15E战斗机投掷的BLU-118B之所以效果不好，是因为该山区守敌藏身的洞穴弯道很多且相互联通，还安置多道暗门，当炸弹在某一洞口爆炸后，恐怖分子可迅速关闭暗门，向另一山洞转移。

3月4日，联军1 000余人与阿政府军一起，向沙希果德峡谷再次发起攻击。凌晨3点，两架美陆军第160特种行动航空团的MH-47直升机，代号“剃刀”3和“剃刀”4，从加德兹的集结地起飞。“剃刀”4去沙希果德山谷西侧接一支队伍，一小时内与“剃刀”3在指定地点会合。

“剃刀”3到达机降区域，“海豹”队员尼尔·罗伯茨第一个从直升机后舱门冲出。隐蔽在岩石后面的武装分子突然开火，一枚火箭弹直接击中MH-47，直升机剧烈晃动起来，液压油管线被割断，液压油像鲜血一样从这个大黑怪身体里喷涌而出。

“离开这里。快！快！快！”机组组长大声呼喊驾驶员。

小组成员一边还击，一边迅速撤回直升机。

“他们上来了。走！走！”机组组长高声命令驾驶员。



►MH-47在悬停时是最容易遭受攻击

驾驶员将油门向前推至最大。此时，罗伯茨中士仍在机舱后门开枪还击。当直升机尽力飞起并尽可能快地脱离火力威胁时，机身突然颠簸了一下，罗伯茨从舷梯上被甩了出去。左后方的机组组长亚历山大扑向罗伯茨，企图抓住他，却在沾满液压油的舷梯上滑倒，也摔出了直升机。

“该死!”右后方的机组组长喊道。就在这时候，他看见亚历山大的安全绳索还挂在机舱后门边上。他踩着滑溜溜的机油将亚历山大拉回严重受损的直升机。

机组人员努力拉平了这架直升机，并让它一直飞到足以脱离死亡的地带。这不能不说是一个奇迹。

【小贴士】 MH-47“支努干”是美军为执行特种作战而研制的远程重型运输直升机，由 CH-47系列发展而来，为适应新要求加装了空中受油系统、快速滑降装置和其它一些升级和特种装备。它可在多种复杂气象条件下执行秘密武装渗透、撤离、空中突击、补给以及索降作业等多种任务，一般的伤员后送、伞降、战斗搜救等也可以轻松胜任。

美军前方指挥中心立刻派出“掠食者”无人侦察机，很快发现掉出舱外的美军士兵被3名恐怖分子拖走。前线指挥官立即命令“剃刀”4与“剃刀”3会合后，载上所有“海豹”队员飞回原地寻找罗伯茨，同时增派30名特战队员，搭乘另两架MH-47，“剃刀”1和“剃刀”2，前往支援。与此同时，一架AC-130武装攻击机升空进行搜寻。

此时，恐怖分子已在罗伯茨尸体附近设下埋伏。

“剃刀”4逐渐接近了罗伯茨失事地点。驾驶员看到了枪口射出的火光。“该死的!”驾驶员座舱传来诅咒声。子弹穿透直升机前端，在飞机内四处跳飞。特战队员冲出机舱，边开枪还击，边寻找他们认为罗伯茨可能在的地方。约翰·查普曼军士被击中身亡。

“剃刀”1和“剃刀”2已经起航，但是从巴格拉姆机场飞往沙希果德山谷是一段很长的航程。最糟糕的是，无线电通信失效了。清晨6点半，当“剃刀”1在罗伯茨失事地点降落时，它并不知道“剃刀”4的成员已经撤到山下，而“剃刀”2在山岗的另一侧。

恐怖分子故技重施，一枚RPG火箭弹直接击中MH-47的引擎，紧急降落时的火焰和金属碎片四溅。机上10名特战队员迅速滑下舷梯并寻找掩护。右舱门枪炮手菲利普·斯威塔克军士几乎立刻中弹身亡，还有多人被射伤。

此时，由于与“剃刀”1失去联系，“剃刀”2返回了加德兹。

在AC-130的支援下，“剃刀”1的队员们坚持到了天亮，两架F-15E接替了油料耗尽的AC-130。“剃刀”2也在8点半重新飞回那个山岗，在低于山岗2 000英尺的地方着陆，特战队员们步行上山汇合。



▶RPG在阿富汗随处可见，而它正是直升机的克星之一

[专家观点]

在伊拉克和阿富汗，美军直升机被反美武装、恐怖分子用包括重机枪、枪榴弹、RPG火箭筒等在内的非高技术武器击毁的例子不胜枚举。经过这么多年与美军的较量，反美武装、恐怖分子已经找到了直升机的“软肋”，常常利用其悬停、降落等时机，在地势较高的有利地形上用劣势武器装备击毁价值不菲的先进直升机，使美军付出了较为沉重的代价。有资料统计，仅在伊拉克，2003年5月至2007年2月，美军就损失了50多架直升机，其中约一半是被反美武装火力击落的。在阿富汗，最典型的一个例子就是2011年8月6日，驻阿美军的一架“支奴干”直升机在阿富汗境内执行营救任务时被塔利班武装击落，机上38人，包括22位“海豹”突击队队员全部遇难，这是美军在阿富汗作战10年来单次损失最为惨重的一次。

当两架F-15E耗尽弹药时，两架F-16战斗机和一架B-52轰炸机赶来加入战斗。恐怖分子非常狡猾，只要听到飞机声音，马上撤回洞穴或地堡中隐蔽起来，飞机一走又跑出来继续射击。当所有的战机都将耗尽弹药和燃油时，特战队员们终于找到了罗伯特的尸体。

坚守到晚上8点15分，在夜幕掩护下，依靠强大的空中火力支援，四架直升机飞过来撤出队员们。

在这场战斗中，美军7人阵亡，11人受伤。



▶AC-130的发展源起于越战，迄今共出现了四种型号，目前在役的是AC-130H和AC-130U

为加强沙希果德峡谷的搜剿力量，美军再次调整部署，增派20多架攻击直升机到达加德兹地区；调遣300人组成3支地面支援部队，向沙希果德峡谷增援。同时，阿各武装派别也纷纷派出兵力，增援美军搜剿行动。

同时针对恐怖分子的反搜剿行动，美军改变战法，采取了先围后剿、逐个歼灭、步步为营的战法。即首先对山区实施严密封锁、立体合围，建立多层包围圈，尔后在火力支援下，逐步推进，逐个高地、逐个山洞搜剿和占领。

行动中，联军通常以20人左右编为一个突击群，每群以3~

4人组成若干战斗小组，在空中近距离火力支援下，采取划区包围、小群多路、立体攻击的方式，实施山地战和洞穴战，逐个拔点，稳步推进，向心挤压。

前沿高地包围圈越来越小，联军与残敌展开近战。敌人以洞穴和地堡为依托，利用每一个地堡、每一座洞穴以至每一块石头与联军周旋，联军不得不将所有工事逐个摧毁，逐步向里推进。联军在地堡中缴获了迫击炮、榴弹发射器、步枪及弹药等武器，同时还查获一些来自其它国家人员的驾驶执照和护照等资料。



▶网上流传的关于美军清剿行动的漫画

[专家观点]

在洞穴搜剿行动中，美军运用多种战法，对洞内守敌实施攻击。如硬摧毁法，即用爆破或是投掷热压炸弹的方法将洞穴炸毁，消灭洞中之敌；烟熏火攻法，即将除洞口外的其它出口和通风口全部堵死，向洞内喷射火焰和浓烟，将其烧死或呛死，或迫其出洞再予以歼灭；耗氧法，即在洞口处点火，耗尽洞中氧气，再封闭洞口使洞内守敌缺氧致死；诱歼法，即以冷枪冷炮对洞内之敌进行佯攻、袭扰，向其示弱，诱其出洞，尔后立即呼唤空中力量以火力封锁其退路，并对暴露之敌实施精确打击，直至歼灭。

在与加拿大陆军第2特遣队和“帕特丽莎公主”轻步兵团一部约500人联合展开代号为“鱼叉”的搜剿行动结束后。3月18日，美军阿富汗战场最高指挥官弗兰克斯上将正式宣布“蟒蛇行动”结束。



[当事人]

弗兰克斯将军

（在战斗结束后）：“蟒蛇行动”的确是一个成功的战例。虽然原始作战计划在初次与敌交战后受挫，但美军通过在战斗过程中进行战术调整，最终夺取了胜利。

[终极点评]

“蟒蛇行动”是在阿富汗山国的复杂地形上，拥有强大技术优势的美军证明自己非技术能力的一个机会。通过超时的作战行动，美军在完全技术优势的支持下，勉强与塔利班武装和“基地”组织人员打了个平手。虽然从分开的数字看，美军伤亡人数远少于塔利班武装和“基地”组织，但从对抗手段上观察，美军并没有占到多大便宜。

战术：现代对抗古老，现代战术在复杂的地形上贬值。在“蟒蛇行动”中，美军采取了立体攻击战术，塔利班武装和“基地”组织采取了依托复杂地形顽强防守战术。美军一方动用强大的空中力量，紧急调遣停泊在印度洋的两栖登陆舰上的5架AH-1W“眼镜蛇”攻击直升机，又派出大批作战飞机从高、中、低空对“基地”组织藏身的洞穴和地堡进行了密集袭击，地面训练有素的山地师和空中突击师兵力快速攻击。但作战行动并不像美军预想的那样顺利，一场预计3天之内即可结束的小规模战斗，却持续了17天。看来战术的先进与否与技术含量关系不大，特别是在复杂地形上，衡量战术先进与否的标准是能否适应复杂的地形和武器装备水平。可以说，是阿富汗复杂的地形和塔利班武装与“基地”组织守株待兔式的战术，大幅度缩小了双方的技术差距，严重削弱了美军技术装备的优势，拉近了双方的实力。

装备：先进对抗实用。在“蟒蛇行动”中，美军运用了大量罕见的先进装备用于山地作战，在一定程度上克服了地形不熟、训练不足、战法陌生的不足，也促进了具有特殊性能的装备技术发展，比如机器人侦察兵、无人机、二代温压弹技术等，展现出了一种灵活的战场适应能力。而在塔利班武装和“基地”组织方面，虽然没有高技术武器，没有空中打击与机动装备，但AK和RPG却用得得心应手，在直升机降落前的脆弱时机，集中火力射击，让美军吃了不少苦头。在阿富汗山地，老式AK和RPG同样令美军胆寒。

士气：执着对抗疯狂，执着在复杂战场遭到疯狂的嘲笑。在前线指挥战斗的美军第101空降师的旅长威尔辛斯基说：“我没看到过一名‘基地’分子投降。”“蟒蛇行动”中的美军以执着对抗塔利班武装和“基地”组织的疯狂，攻击行动遭到了拼死的抵抗。在3月4日的战斗中，美军依靠巨石等做掩体和对手殊死抵抗，而对手却很“潇洒”，不但高声嘲笑被围困的美军士兵，还不时从自己的掩体里探出头来向美国兵招招手，开上几句玩笑。尽管最终美军获得自海湾战争后最大地面战的胜利，但就士气而言，美军士兵在疯狂的塔利班和“基地”组织面前，明显处于下风。

史上最大驱逐舰“朱姆沃尔特”级（DDG-1000）古船型的回归？

[文章编码0115]

文/李红军



2011年10月27日，美国通用动力公司巴斯造船厂将史上最大的驱逐舰“朱姆沃尔特”级（DDG 1000）的一个船体分段公布于众。据悉，这段公布的船体分段是“朱姆沃尔特”级驱逐舰中前部分，长55米，高18米，重4 000吨，上面将装载两座155毫米先进舰炮武器系统。仅仅这一分段的重量就比一般的护卫舰还要大。

从船体分段的横剖面可以看出，“朱姆沃尔特”级船体截面在水线以上逐渐向内收缩。随着“朱姆沃尔特”级各船体分段的不断建造完毕，一个庞大的穿浪内倾单体船将逐渐展示在人们面前。

所谓的“穿浪内倾单体船型”，就是船体横截面从水线以上，从下到上是一个逐渐向内收缩的倒V字型，船舷向内倾斜，船艏也是从水面下逐渐向上收缩，形成尖锐的“穿浪”船艏，使舰艏“切穿”海浪而不是“破浪”。这种船型说来新鲜，其实在舰艇发展史上并不陌生。

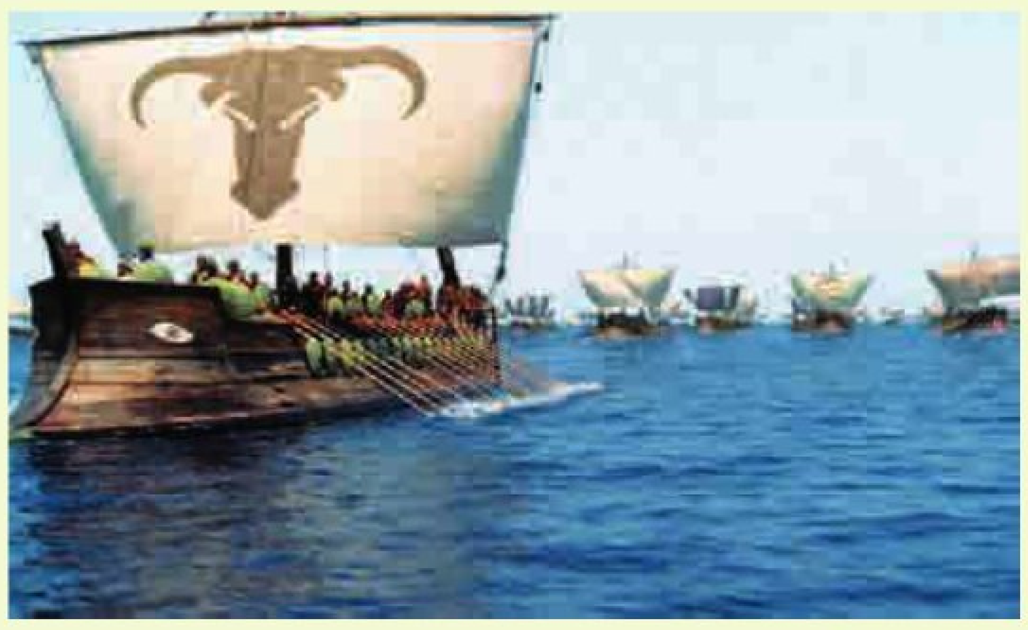
早在木质船时期，穿浪内倾单体船型就开始出现。当时，木质船只有几节，速度较慢，船首上浪不是很明显，这对于容易上浪的穿浪内倾单体船来说倒不是个问题。而且当时的木质船几乎都在沿岸活动，很少出现在波涛汹涌的大洋，这进一步减少了船首及甲板上浪的几率。

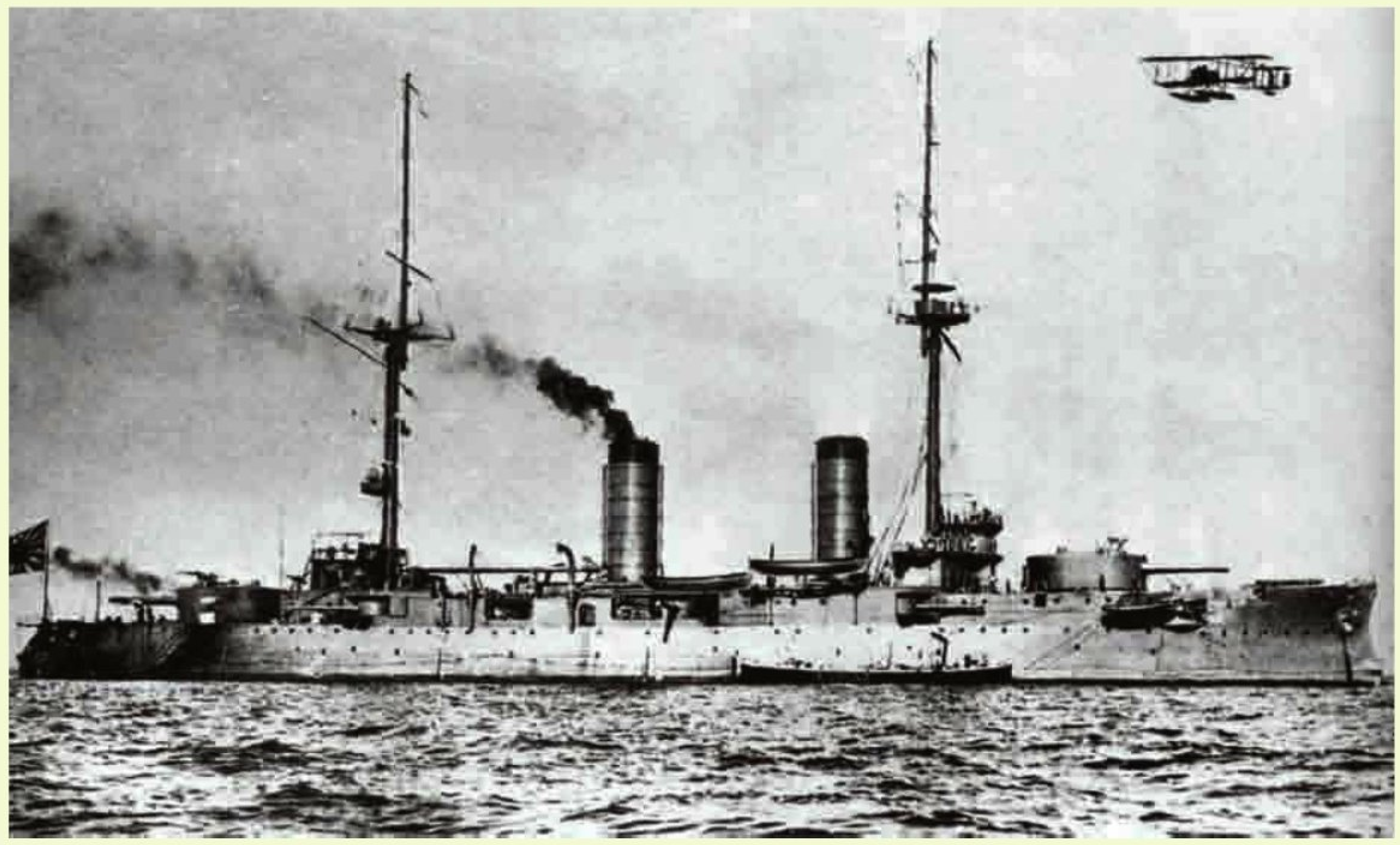
不过，作为目前在建的最大驱逐舰，“朱姆沃尔特”级据说对船型进行了创新性设计。难道说具有革命意义的穿浪内倾单体船型，仅仅只是一种复古吗？

追根溯源

当桨船盛行的时候，这种穿浪内倾单体船型的应用非常普遍。桨船采用穿浪内倾，好处很多。一







1 3
2
4 5

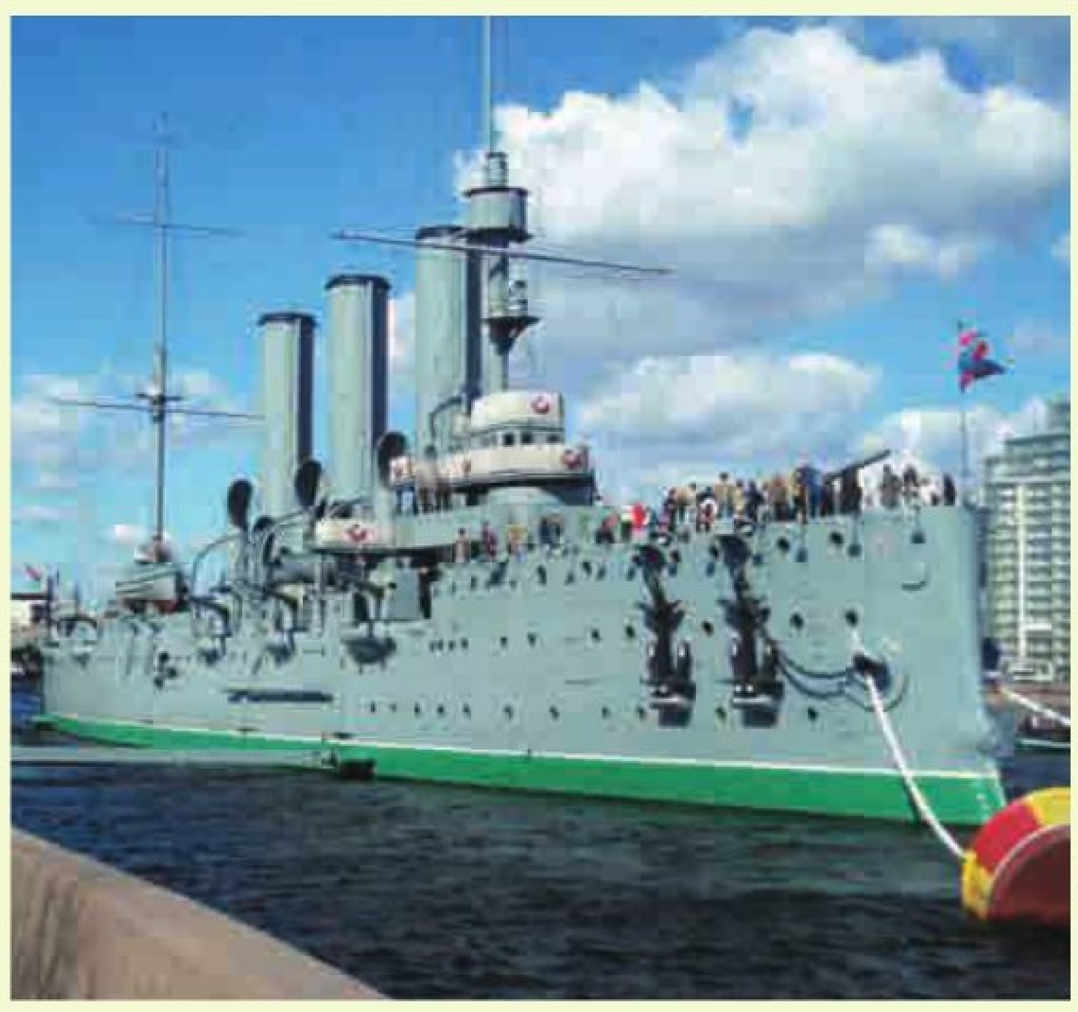
1、"朱姆沃尔特"的船体分段

2、精致的古船

3、沙皇俄国时的"提斯塞瑞维切"号

4、俄罗斯1900年5月完工的"阿芙乐尔"号巡洋舰，现停泊在圣彼得堡涅瓦河畔作为纪念舰

5、迦太基人的战舰。迦太基人曾经与古希腊争霸海上，后在与罗马的争斗中被灭亡





方面操桨更加方便，另一方面，当两艘桨船靠近时，由于船体内倾，两船甲板之间的距离更远，敌人难以登船，不容易实施跳帮作战。

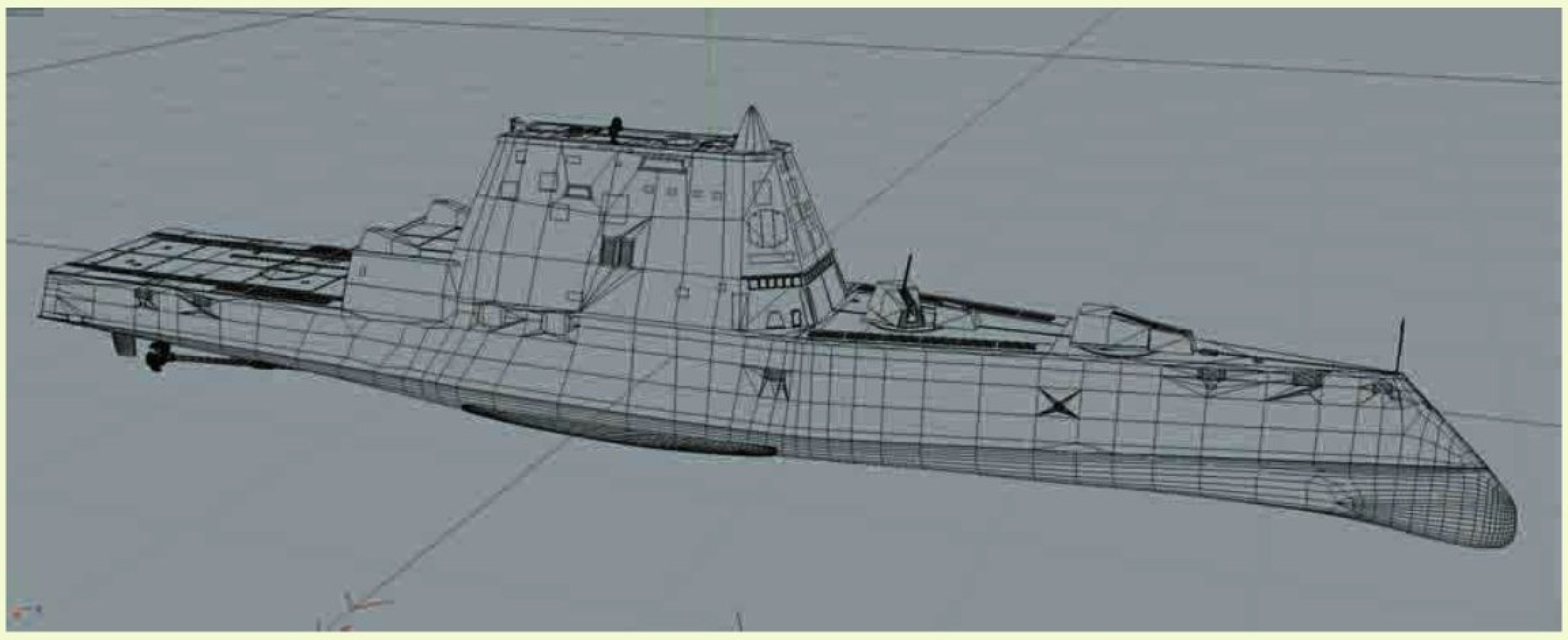
到了铁甲舰时期，人们建造铁甲舰采用穿浪内倾单体船型的一个重要目的，是为了减少水线以上的重量，以平衡装甲的重量，从而使舰船的重心降低，进一步提高了舰船的稳性。此外，船体内倾，相当于在水平方向上增加了船体的厚度，提高了船体抵抗炮火的能力。而且，船体内倾容易使飞来的炮弹出现"跳弹"现象而弹开（*或改变炮弹来袭角度*），降低了船体被炮弹命中的概率。这也是包括坦克、装甲输送车等装甲车辆为什么要采用倾斜装甲的原因。

19世纪80年代初期，当美国和许多欧洲海军开始建造铁甲舰的时候，穿浪内倾单体船仍然比较流行。其中，法国人是这一船型的坚定支持者。他们认为，穿浪内倾单体船型减少了上层甲板的重量，提高了舰船的适航性能，并留出了更多的干舷。当时法国人造出了一艘大型的穿浪内倾战列舰，将其卖给了沙皇俄国海军，这就是"提斯塞瑞维切"号。该舰长118.5米，宽23.2米，吃水8.5米，排水量12 915吨。最大航速18.5节，最大续航力5 500海里/10节。上面配备十余座舰炮，包括305毫米、152毫米、47毫米等多种口径，还配有457毫米鱼雷发射管。在1904年8月10日的日俄海战中，"提斯塞瑞维切"号是俄国海军的旗舰。虽然此役俄国海军战败，"提斯塞瑞维切"号被炮弹击中而受到重创，最后驶抵青岛被扣留。此次战斗中发现，这种船型的船体一旦水密完整性遭到破坏，则存在极大的危险性，不过它的其它一些性能仍然得到了证实。当时俄国海军正在按照"提斯塞瑞维切"号的设计建造五艘同型舰，日俄战争爆发时，四艘已经建造完毕。为了支援太平洋舰队，与日本海军决战，俄国海军集中这四艘新舰，连同一些巡洋舰、驱逐舰等组建了波罗的海舰队，前来支援。1905年5月27日，这支舰队与日本海军在对马岛发生海战，俄国海军再次战败，这四艘新建造的穿浪内倾单体船三艘失踪。这也使得穿浪内倾单体船遭到了各国海军的置疑。再加上其甲板容易上浪，在恶劣气象条件下甲板装备维护能力较差，而且可用甲板面积比相等吨位的传统舰型小，所以很少有国家再建造穿浪内倾单体船。在二战前后，这种设计基本消失，这就出现了后来传统单体船的一统天下的局面。

传统单体船与穿浪内倾单体船截然相反，横截面水线以上，从下到上呈逐步外倾的V字型，船体外飘，船艏多为垂直于水面或从水面向前倾斜，也就是飞剪式舰艏。这种舰艏能够将海浪劈开，从而有效地防止了甲板上浪。目前，大多数国家的水面舰艇几乎都采用这种传统单体船。

原来如此

美国海军在设计建造"朱姆沃尔特"级驱逐舰时却放弃了传统的单体船，而一反常态的采用穿浪内倾单体船型。要知道美国人在传统单体船设计与建造方



▶“朱姆沃尔特”级的示意图





▶正在建造中“朱姆沃尔特”号，左为正在安装先进舰炮系统



▶现代舰船采用飞剪式舰艏，为我们带来了劈波斩浪的视觉效果。此为美国“伯克”级驱逐舰“霍华德”号(DDG-83)，可以看到，水线以上第一层甲板是最宽的

面可谓是经验丰富，这是为何呢?

其实最大的原因就是为了追求“朱姆沃尔特”级驱逐舰的隐身效果。

美国人在研究SC-21(21世纪战舰)概念船计划时发现，传统单体船尽管风险低，但在隐身性方面存在难以克服的巨大缺陷。因为即使在船体外形方面采取了隐身设计，但舰船还是会由于摇摆而产生趋近垂直的雷达反射面，从而大大降低舰船的隐身效果。为了实现船体隐身，从根本上解决传统单体船存在的缺陷，美国人在“朱姆沃尔特”级身上沿用了以前的穿浪内倾单体船型，当然进行了一些全新的设计。

这种船型彻底抛弃了传统的船体外飘式构型，不再采取内倾和外倾交替的设计，而是采取干舷和上层建筑内倾设计，旨在将敌方水面舰艇或掠海飞行反舰导弹的照射雷达波反射到空中，偏离原来的发射源。美国海军拥有强大的空中力量，具备足够的空中优势，所以不担心敌方的空中侦察，而“朱姆沃尔特”级隐身设计考虑的主要威胁是敌方水面舰艇的雷达和掠海飞行反舰导弹的末制导雷达。通过试验，“朱姆沃尔特”级的雷达反射截面减少到与一艘小渔船相似，仅为现役驱逐舰的1/64。

如果仅仅是为了实现隐身性能，美国海军也不可能置穿浪内倾单体船的其它缺点而不顾，让我们来看看美国人是如何解决这些问题的。

由于采用穿浪内倾单体船型，“朱姆沃尔特”级的甲板面积有所减少，因此其导弹垂直发射系统不在纵中线两侧布置，转而在船体周边布置，这样既适应了内倾构型对容积的限制，又增强了舰艇的纵向强度，所形成双层壳体结构还改善了抗毁性能。

另外，配合艏柱内倾，“朱姆沃尔特”级还采用了构型新颖的扁长球鼻艏，这样有利于降低兴波阻力。

为了验证“朱姆沃尔特”级的整体性能，美国海军建造了一个比例为1/4的工程模型(排水量126吨)，先后进行了一系列试验。在2005年2~7月期间接受了船型阻力、推进器效率、适航性的测试，其中包括1/4缩比模型的水下抗冲击测试，以验证其结构设计的抗战损能力。船型试验证明，穿浪内倾单体船型设计能够满足现代美国海军的需求。 [编辑/严晓峰]

[文章编码0116]

文/傅前哨　刘　伟

用6升油能“跑”多远?



各种常规运输工具在消耗5至7升燃料的情况下，可以连续运行多长时间?能跑多远的距离——1千米? 10千米? 100千米? 1 000千米?

如果是现代家用小汽车，“烧6个油”顶多能在高速公路上行驶100千米，用时大约五六十分钟。对这一数据，大家差不多都耳熟能详，“驾车族”更是有亲身体验。假如是快艇的话，又会怎样? 也许船尚未离港，这点油就耗完了。若换成有人驾驶的喷气式客机，飞行员只需用手推一下油门杆，6升的航油可能就没了。

在此，我们不妨先了解一下不同级别、不同类型飞机的相关情况。

有人机油耗之比较

苏联米格-21MF单发战斗机的机内载油量为2 600升。从理论上讲，这种两倍音速的飞机在使用内部燃料时的最大航程可达1 300千米左右(以亚音速巡航飞行)，大约每飞行1千米就要“消费”2升油，100千米的平均油耗差不多是普通轿车的33倍多。

图波列夫设计局研制的苏联第一款喷气式客机——图-104的最大载客量为100人，最大载油量为33 150升，最大载重航程2 650千米。在这个距离内，这种双发中型客机每千米平均要烧掉12.5升油，飞行100千米所需的燃料比家用轿车高出208.3倍。其人均油耗是小排量汽车(按四座计)的8倍以上。

英法合作研制的“协和”号超音速客机配备有4台单发加力推力达17 260千克的“奥林巴斯”593MK610型涡喷发动机，



▶米格-21MF装一台涡喷发动机，经济性不如后来发展的涡扇发动机

最大航速超过M数2。它的巡航速度虽然比普通客机高一倍多，但耗油率也上去了。“协和”飞机的最大载客量仅128人，机内油箱总容量高达119 786升，最大油量航程(空机)为6 580千米，平均每千米的油耗为18.2升。它的最大载重航程(机上满员)只有5 110千米，飞行百千米需“喝掉”约2 344升“能量饮料”。这种超音速客机在航线上的速度虽然比家用小汽车快了20多倍，但它“吃油”的能力却较后者高出了390多倍!

美国的波音747-200B大型客机在技术上要比图-104先进得多，在经济性方面也明显优于“协和”号。该机安装有4台非常省油的大涵道比涡扇发动机，机内载客量为400多人，最大载油量在198 390升左右。当起飞总重为372吨时，它的航程可达10 370千米。平均算下来，该机每千米的燃料消耗量约为19.1升。

从表面上看，在飞行同样距离的情况下，波音747-200B载客巡航时的耗油率似乎与“协和”差不太多，怎么能说其经济性就更好呢? 这是因为它运载旅客的数量比“协和”高出几倍，从而使其百千米的人均油耗降到了4.7升左右。

欧洲空客公司生产的A340-600是一种21世纪初才投入航线使用的新型四发远程客机，最大起飞重量为365吨，最大载油量195 620升，三级客舱布局的载客量为380人，全部经济舱布局的载客量多达485人。在机上满员，且余油还能飞行370千米的条件下，其最大航程可达13 890千米，每千米的燃料消耗量约为14升，百千米人均油耗为2.9升。若按照理论值计算(将油全部烧光)，每千米的燃料消耗量只有13.7升，百千米人均油耗仅2.83升。



▶采用一台小型涡喷发动机的靶机

由此可见，现代宽体客机不但巡航速度是汽车的10倍左右，而且在基本满座的情况下，其每名乘客在相同距离的旅途中耗费的能源要比一个人开车在公路上跑节省得多，也更为低碳环保。

如果不考虑人均经济性指标，只比较各类飞机用同等油量所能飞行的距离，我们不难得出另外的一组数据：米格-21MF战斗机消耗6升油可飞行3千米；图-104客机在此条件下能前进0.48千米；A340-600可飞行0.44千米；波音747-200B飞机能航行0.31千米；而“协和”式超音速客机烧6升油只能向前运动256米！

无人机油耗之比较

那么，将6升燃料装在无人机上会得到什么样的结果，用这点油它们又能飞多远，飞多久？

由于大小和重量不同，外形和尺寸差异很大，加之选择的动力装置和携带的能源也不一样，各型无人机在航程、留空时间、载重能力和耗油率等方面相去甚远。

一般而言，采用小型涡喷发动机的靶机、航模，用6升煤油大约可以飞行20来分钟。它们的最大飞行速度在300~450千米/小时之间，巡航速度在220~250千米/小时左右，航程也就一百多千米。

采用涡扇发动机的RQ-4“全球鹰”是目前世界上体形最大的无人驾驶侦察机。该机“体内”可加注6 577千克（约9 010升）燃料，其最大航程高达22 224千米，远远超过大多数有人驾驶的飞机。若按平均数计算，该机飞行100千米大约需烧掉32千克油，每千米耗油量为0.405升，用6升油大约可向前推进14.8千米。

采用涡桨发动机的“捕食者”B中型无人机，能装载1 361千克以上（约合1 745升）的煤油。该机的最大航程为4 167千米，平均每千米消耗燃料0.42升，百千米的用油量约32.7千克，耗油6升能飞行14.3千米。



▶“捕食者”B无人攻击机机尾装一台前推式涡桨发动机，在具备侦察能力的同时，还有很强的对地攻击能力

采用Rotax 582型活塞式发动机的“徘徊者”Ⅱ型无人侦察机，最多可装载90.7千克（约合124升）燃料。该机的最大航程为1 390千米，平均每千米耗油0.09升，百千米约为6.5千克，烧6升油可“跑”66.7千米。其经济性与一辆中型汽车相当。

改装重油发动机的“徘徊者”Ⅱ型无人机的载油量减至45.4千克（约合58.2升），而其最大航程却有所增加，扩展到了1 620千米，平均每千米的油耗降至0.036升，仅用6升燃料就能飞越167千米的距离。其经济性已超过了小汽车。

如果为一架应用了高升阻比气动外形设计，并配装高效率活塞式发动机的轻小型无人机加注5、6升汽油，又将出现何种情况？

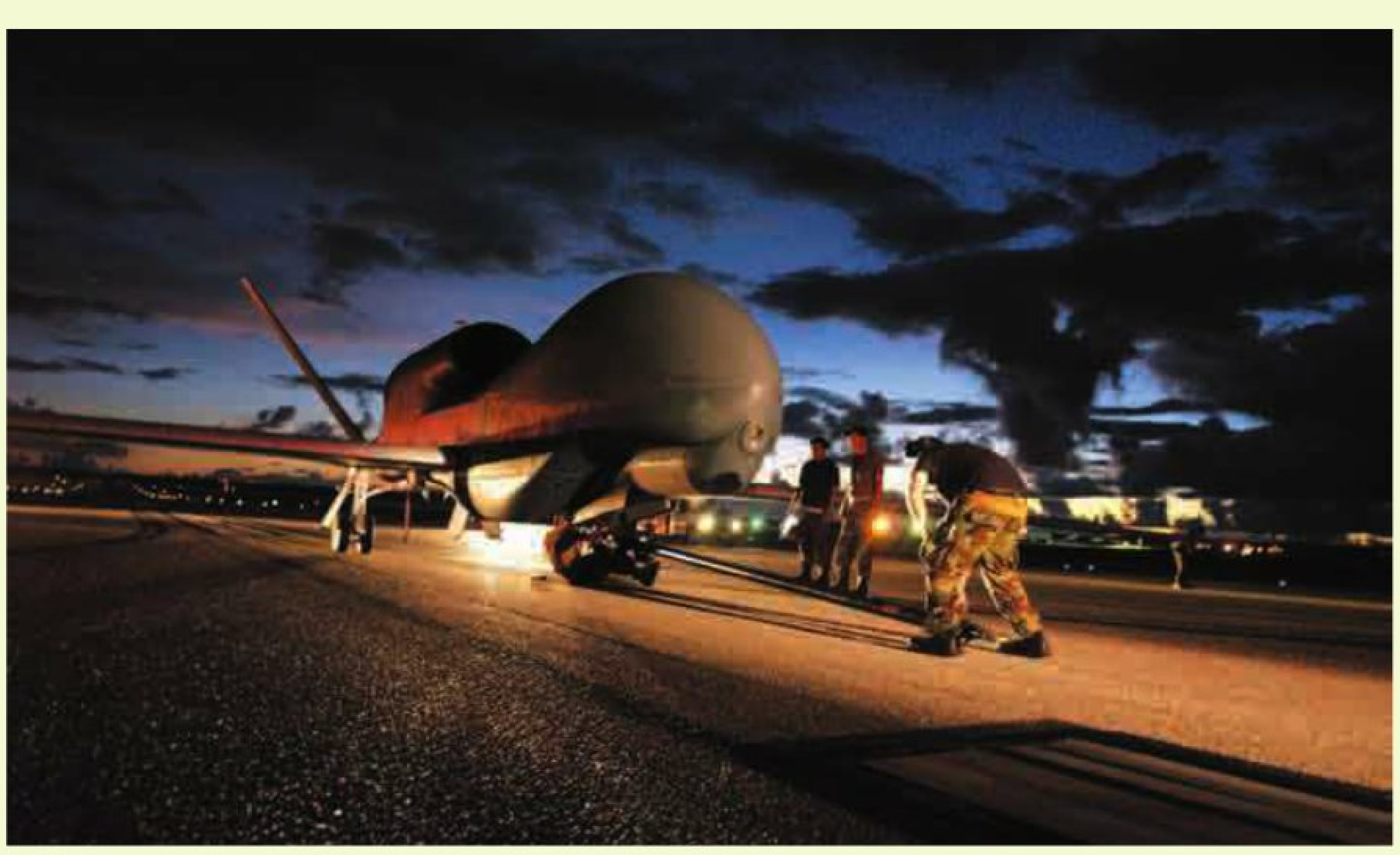
它能轻松地飞越大西洋，留空时间超过一天！

这样的结论你信不信？反正航空界的人都相信，因为这是得到科研试飞验证的。创造了如此惊人成绩的机型，就是由澳大利亚爱罗松德无人机公司开发的“航空探测器”型远程、长航时无人机。

“航空探测器”的设计特点

“航空探测器”型无人机的外表看似普通，但却是精心设计、加工的产物。因为要想实现远程、长航时飞行，在方案设计中必须注意这么几个要素：一是提高全机的升阻比；二是降低发动机的耗油率；三是减轻结构重量。

这种无人机采用流线型短机身、张臂式大展弦比高置机



▶体形庞大的“全球鹰”装一台涡扇发动机，不仅飞得远，滞空时间也很长，具备优异的侦察和监视能力



▶空客的A340-600（上）和波音747-200B（左）这类大型客机非常重视经济性，人均油耗都比较低

翼、双尾撑、V字形尾翼布局。技术人员对它的主翼翼梢进行了半圆弧修形，以改善翼尖流场，达到增升降阻的目的。

“航空探测器”配有一台安装于机身后部的活塞发动机及推进式螺旋桨。动力系统设于机尾（或机翼后缘）的好处是，螺旋桨后方的区域比较“干净”，没有太多、太大的遮挡物影响高速滑流的向后运动。与前置引擎和拉进式螺旋桨相比，这种发动机布局的排气比较顺畅，因而推进效率很高，仅用较小的功率、较低的燃油消耗量就能为飞机提供维持平飞所需的动力。有鉴于此，许多配装螺旋桨的无人机（如美国的RQ-1、RQ-5，中国的ASN-206、“天翼”-1，意大利的“米拉奇”-26，以色列的“搜索者”等）均选择了此类尾置发动机的方案。

为了降低结构重量，“航空探测器”的主翼、尾撑、尾翼、机身等均用强度大、重量轻的复合材料制造，且不装设起落架。这种小型无人机的起飞可采用弹射器自动发射或手控弹射的方式离陆，也能从安装于汽车背部的发射架上加速升空（汽车的前行时速达到80千米时，即可获得足够的起飞升力。题图）。降落时，该机可以采取自动方式接地，或由操纵员控制用机腹擦地的方式着陆。

该型无人机于1991年开始设计研究，几经修改完善，技术性能不断提高，先后发展出了Mk1、Mk2、Mk3等多种不同的型别。Mk1型无人机的翼展为2.90米，机长1.70米，机高0.60米，机翼面积0.55平方米。其动力装置为一台推进功率仅1马力（约0.75千瓦）的单缸气冷四冲程活塞发动机，配装一副直径0.51米的螺旋桨，使用100号低铅航空汽油。该机的空机重量为8.2千克，最大燃油重量5.11千克（7公升），任务载荷约2千克，最大发射重量13.4千克，最大平飞速度104千米//小时，巡航速度74千米//小时，最大使用高度4 500米，最低使用高度100米，最大航程2 778千米，最大续航时间32小时。其机内配备有全自主飞行控制系统、GPS导航定位系统、通信系统等设备。根据用户的要求，还可在这种科研试飞平台上安装各种传感器，将其改装为气象、侦察、环境监测用的无人机。

Mk2、Mk3型的外形尺寸、机翼面积等参数没有太大的变化，但做了一些微调，主要改进是更新了动力装置。Mk2配一台1.36马力（约1千瓦）的26毫升活塞发动机，Mk3装一台1.36马力（约1千瓦）的24毫升喷射燃料发动机（使用无铅汽油），并



▶我国研制的TF-1D遥感测绘无人机与“航空探测器”的外形很相似

将V字形尾翼调转了180°，变成了倒V字状。换装发动机后，Mk2、Mk3的性能均有明显改善。Mk2的最大发射重量为14千克，最大平飞速度115千米//小时，巡航速度65千米//小时，实用升限大于5 000米，最大无风航程超过3 000千米，最大续航时间30小时以上。Mk3的最大发射重量增至15千克，实用升限提高到了6 000米左右，其它的性能与Mk2差不多。

一次创纪录的飞行

1998年8月，爱罗松德公司将精心加工的4架“航空探测器”无人机运到纽芬兰的贝尔岛，开始进行一项创纪录的“横渡”大西洋的飞行试验。8月17日，该公司首批发射了两架“航空探测器”。可惜的是，它们升空后不久便与地面失去联系，不知所终。三天后，第二批的两架同型无人机也走上了探险的征途。其中一架代号为“莱马”的无人机经过26小时45分钟的长途跋涉，最终抵达外赫布里底群岛的南乌伊斯特，成功完成了跨越大西洋的任务。在这段3 270千米的距离上，“莱马”号只是在其航线首尾各44千米的范围内，处于地面无线电的控制之下。其余时间，该机完全依靠机上安装的自动驾驶仪、GPS导航定位系统等设备进行自主飞行。到达目的地后，人们发现，它携带的5千克燃料仅消耗了4千克，仍有余力继续前行。

此次创纪录的飞行，“航空探测器”型无人机平均每千米的耗油量只有0.0017升！不到小汽车百千米油耗的3%。从理论上讲，该机将燃油全部烧完的最大航程也不过3 000千米，它怎么可能超出自己的极限能力，飞行了3 270多千米的距离，还剩余1/5的油量？这与该机的设计人员在试飞阶段制订了比较科学的计划，合理利用了大西洋上的季风有很大关系。



▶“航空探测器”在结构设计和材料应用上都以减轻重量为宗旨，也因此才能达到大航程、长航时的要求

在所有的采用活塞式、涡桨式、喷气式发动机的远程、长航时无人机方案中，“航空探测器”的航程并非最远的，留空时间也不是最长的。但到目前为止，它肯定是最省油的方案之一。就这点而言，“航空探测器”无人机于1998年8月进行的探索性飞行，为航空界树立了一个里程碑，它也因此而在世界航空史上占据了一个非常重要的位置。

[编辑/李海峰]

苏联枪械大师斯捷奇金和他的秘密武器

[文章编码0117]

文/李佳威



▶斯捷奇金展示自己研发的枪械部件

长年在图拉运动枪械-猎枪中央设计研究局工作的伊格尔·雅科夫列维奇·斯捷奇金是苏联乃至俄罗斯最著名的枪械专家之一，但大部分人对他的了解都不够全面。外界只知道他研发的9毫米冲锋手枪（APS）能在200米内射击，性能优于世界上同类枪支，自1951年列装以来备受红军战士和警察喜欢，当年参加阿富汗战争的苏联直升机飞行员还特地要求配备这种手枪，连国际军火黑市上，枪贩子也以APS手枪夸口，视其为手枪中的骄傲。可是除了APS，您对斯捷奇金和他的杰作又了解多少呢?

“您的事业就从这里开始吧！”

1922年11月15日，斯捷奇金出生在图拉州阿列克辛市的一个殷实之家。当地自古以来是军械生产重镇，耳濡目染之下，孩子们从小就靠各类家什打架来确立地位和“势力范围”，斯捷奇金也不例外，他对孩提时代的一次打群架至今仍记忆犹新。那是在阿列克辛市模范中学操场上，不同班级的学生为争夺体育器械群殴，身旁所有的东西都成了武器，老师们吓得都跑出了学校，斯捷奇金的妹妹也加入了“战斗”，她跑着给哥哥送来一节铁棍。那时的斯捷奇金整个一“土匪王”，为取得“装备”上风，他往往携带着芬兰刀和灌铅大棒，有时还会拿起自己做的简易火枪，能快速装填铁丸，里面塞上一些从火柴上刮下来的硫磺，点燃后铁丸就从枪膛里飞出来，打进木电线杆里面大约20毫米深。他从小就是枪迷，还拆坏了父亲一把带螺旋枪筒的燧石枪。

斯捷奇金与妻子叶莲娜·斯捷契娃是同年级不同班的校友，斯捷奇金对她一见钟情。1941年卫国战争爆发，没有山盟海誓和生死相许，斯捷奇金就走了，而叶莲娜留在了家乡，此后只有书信来往。直到1943年，斯捷奇金才回到叶莲娜身边结婚，过上了幸福的家庭生活。

1948年斯捷奇金从图拉机械学院毕业后，被分配到第14中央设计局，即后来的图拉运动枪械-猎枪中央设计研究局工作。在描述开始工作时，斯捷奇金说：“我来到办公室坐在桌子旁，领导发给我一块带支架的画板，还有丁字尺、三角板、铅笔和圆规，然后跟我说：‘同志，您的事业就从这里开始吧！’……我接到设计手枪的任务，领导要求我根据战术技术要求精心设计，并且要像对待自己孩子一样对待武器。”

冲锋手枪神话

众所周知，早在卫国战争期间，苏军就开始使用一系列单兵自动武器，包括PPD、PPSh-41和PPS-43冲锋枪，它们分别由捷格佳廖夫、什帕金和苏达耶夫设计的。尽管这些冲锋枪用起来还不错，但战场上的官兵们还是希望设计师们能研发出性能更好的冲锋手枪，以取代火力和精度都逊于德国卢格手枪的TT-33手枪。全自动射击的冲锋手枪被认为是狭窄环境特别是“打扫堑壕”的“不二神器”。1943年，苏联军械专家研发出7.62毫米口径的大威力枪弹和中间威力枪弹，尽管只是一种过渡产品，但在苏联轻武器发展史上发挥了重要作用。开始这种枪弹不适合于手枪和冲锋枪用，因为必须依靠笨重的枪机才能击发，导致枪械的重量和尺寸增大，即便是天才的工程师也很难设计出使用这种枪弹的紧凑且轻便的手枪和冲锋枪来。当年西蒙诺夫、什帕金还有苏联枪界新秀卡拉什尼柯夫等曾试图创造技术奇迹，但最终在上世纪40年代中叶宣布放弃。苏军不得不将M1943中间弹作为未来自动步枪的主要用弹，这也成就了AK-47突击步枪的神话。

然而AK-47主要为一线军人准备，二三线的军队勤务和保障人员仍然缺乏个人自卫武器。其它国家却没有停止微型冲锋枪乃至冲锋手枪的研发工作，并且卓有成效，如捷克斯洛伐克的Vz-23式冲锋枪（1949年）、丹麦的“麦德森”（1950年），比利时的M-2（1953年）以及以色列的“乌奇”（1954年）等。1948年，斯捷奇金正式受命设计一款新式全自动手枪（冲锋手枪），要求该枪采用新设计的9X18毫米马卡洛夫手枪弹（设计者马卡洛夫是斯捷奇金的大学导师），进行半自动和全自动射击；全自动射击时容易操控，并可驳接枪托。这款集半自动手



▶斯捷奇金的成名之作——APS冲锋手枪



▶APS 冲锋手枪剖视图



▶斯捷奇金 1955 年研发的 TKB-486 冲锋枪



枪与冲锋枪特性于一身的新枪很快就被设计出来，1951 年装备苏军，被命名为“斯捷奇金自动手枪”，缩写为“APS”（А П С），在 1953~1954 年间大量装备给苏联炮兵、坦克装甲车辆的乘员组、后勤军官等人，成为世界上唯一被列为制式军用装备的冲锋手枪。

APS 手枪采用简单的自由后坐式工作原理，全钢结构，外露式击锤，双动扳机，双排双进弹匣。在钢制套筒的左后方有一个三位置的保险/快慢机柄。为了在全自动射击时容易控制，APS 手枪在握把内安装了一个弹簧缓冲器，并把套筒后坐行程延长到相当于手枪弹长的两倍，使理论射速降低到 600 发/分。该枪弹匣内有两个并排槽，每个槽内可放置 10 发马卡洛夫手枪弹，单发射击时该枪在 1 分钟内发射 40 发枪弹，连发时可以发射 90 发。表尺刻度有 25 米、50 米、100 米和 200 米。为提高全自动射击时的散布精度，APS 手枪采用一种可驳接到手枪上充当枪托的硬壳式枪套，通过手枪握把尾端的引导槽驳接枪套。早期的枪托式枪套是木制的，后来改用棕色的工程塑料。与苏联后来广泛装备的马卡洛夫 PM 手枪相比，APS 冲锋手枪有着更好的精度和更大的容弹量，而且既能以半自动准确迅速地射击，也能在室内近战的紧急情况下全自动射击，后续生产的 APS 手枪还在枪口部刻有螺纹，用来外接快卸式消声器，因此颇受执行特殊使命的苏联侦察兵和克格勃喜爱，直到今天仍是俄联邦安全局特种部队的制式用枪。

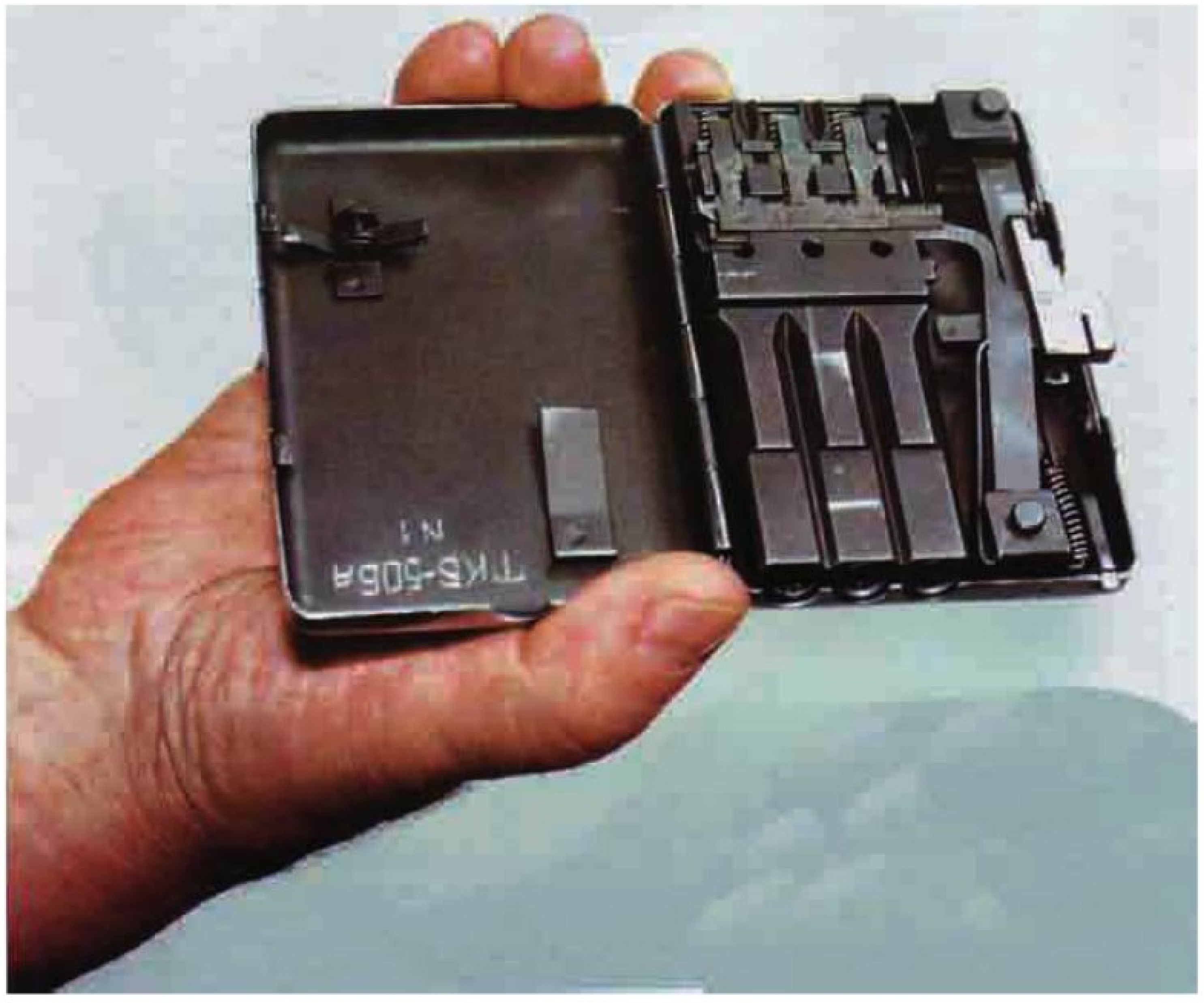
后来，斯捷奇金又研发出 APS 的换代产品——OZ-33，该枪口径也为 9 毫米，采用 18 发或 27 发弹匣，并用金属枪托替代 APS 木质和塑料枪托。斯捷奇金还为苏联内务部研发出一款名为“标枪”的 5.45 毫米口径自动手枪，安装有斯捷奇金独创的枪口补偿器。他还研发过 OZ-27 手枪，枪管与弹匣一样，可以替换，以增加射击使用时间。该枪采用过多种类型的枪弹，包括 7.62X25 毫米托卡列夫手枪弹、9X18 毫米马卡洛夫手枪弹和西方流行的 9X19 毫米巴拉贝鲁姆手枪弹等。有一次，苏联内务部还提出订购转轮手枪的要求，于是斯捷奇金开始研究国外最先进的同类枪支，仅用 18 天的时间就设计出一款 6 发转轮手枪，起名为“钴”，代号为 OZ-01，采用国产制式马卡洛夫手枪弹。

枪没有政治立场

正是受 APS 冲锋手枪成功列装的影响，在上世纪 50 年代中期，苏联轻武器界掀起 9 毫米口径自动枪的研制高潮，斯捷奇金再接再厉，于 1955 年开发出一款工厂代号为 TKB-486 的冲锋枪，重 1.3 千克，长 612 毫米。斯捷奇金采用了可折叠式冲压枪托，枪托不会挡住瞄准具，装弹时也不受影响，长时间射击后，枪托也不烫，枪身缩短了，甚至能当手枪使用，单手即可操作。TKB-486 冲锋枪便于携带，它的弹匣还可以向前折叠 90° ，与枪管平行（类似法国军队列装的 MAT-49 冲锋枪）。该枪最大射速可达 550 发/分，在 25 米距离连发射击试验过程中，550 发枪弹全部命中一个直径 500 毫米的圆，具有精确杀伤力。

斯捷奇金回忆说，TKB-486 其实还有很大的改进空间，可是苏联国防部长朱可夫亲自组建的“特殊使命部队”（SPETsNAZ）正愁没有应手的枪械，结果“瞌睡遇上枕头”，TKB-486 冲锋枪还未进行工艺上的完善就被紧急投产，成为“特殊使命部队”的专用武器。没想到好景不长，朱可夫在各军区组建精锐部队、大力进行陆军改革的措施却被赫鲁晓夫视为军事政变的前奏。1957 年，朱可夫突然被苏共中央以“存在波拿巴主义倾向”为由加以批判，“特殊使命部队”连同其列装的 TKB-486 冲锋枪一起被打入冷宫。自那以后，斯捷奇金每每谈起 TKB-486 冲锋枪的遭遇，总会加上一句：“枪和人的区别就在于它没有政治立场。”

TKB-486 冲锋枪成为“无花果”后，斯捷奇金又根据上级需求研发微声手枪。据他回忆，为完成设计任务，自己经常要出差，而且枪械试制车间也很小，只有两台小车床和两个装配工作台。斯捷奇金在标准的 9X19 毫米马卡洛夫手枪弹基础上研发微声枪弹。这种特殊枪弹的弹径在进入枪膛时为 9 毫米，出枪口时却变成 7.62 毫米，原因是它将基座保留在枪管内。第二发弹向前冲的时候，弹头前面跟前一“基座”之间的空气压力增大，就把“基座”冲了出去，期间将大部分爆燃气体保留在枪管内，从而减弱了气体冲出枪口时发生的声响，达到消声目的。就在微声手枪接近完成之际，斯捷奇金又接到克格勃的订单，要求研发一种特工专用的武器，外表看上去要像一些男士日用品。斯捷奇金马上联想到金属烟盒。他在烟盒里安装了 3 根枪管及辅助部件，击发装置也设计得非常巧妙，一般人根本不会发现。由于枪管长度不能超过 25 毫米，为使枪弹获得足够的弹射速度，斯捷奇金不得不利用火药的能量，采用金属封闭的 12.7 毫米大口径枪弹，尾部装有速燃火药。这种烟盒



▶斯捷奇金研发的烟盒式特工手枪，他用3根装有枪弹的枪管代替了10根香烟





▶斯捷奇金参加小口径步枪设计竞赛的TKB–0146突击步枪（上图）

式手枪被命名为TKB–506A，性能非常不错，被苏联特工们广泛使用。据说在越南战争期间，曾有部分TKB–506A手枪供给越共暗杀队，专门在西贡的酒吧和电影院里刺杀美国和南越大兵。

折戟沉沙的突击步枪

上世纪60年代初，斯捷奇金被借调到同在图拉城的仪器仪表设计局（KBP）工作，参与“牛虻”、“巴松管”和“双簧管”等反坦克导弹的研发工作，1971年才重返原单位投入轻武器研发。这时，斯捷奇金面对的是卡拉什尼柯夫步枪及其衍生枪械在苏联和华约军队里一统天下的局面。但他不甘生活在别人的光环下，主动投入到非常热门的小口径突击步枪的研制工作中。当时地处莫斯科郊外的克里莫夫斯克市第61研究所，即今天的中央精密机械研究所的女工程师莉季亚·伊万诺夫娜·布拉科夫斯卡娅，开发出5.45毫米口径枪弹，一场围绕新枪弹的下一代突击步枪设计的角逐开始。

斯捷奇金领衔开发的新步枪被命名为“摩登”，工厂代号TKB–0116，它结构简单，设计新颖，特别是手枪式自动机构，在枪管运动瞬间发生作用，使枪管返回时开锁，枪口装置同时起到消焰罩、消声器、补偿器和阻尼器的作用，另外还是步枪自动装置机械动力的来源（简单地说就是我国枪械所说的“枪管短后坐式原理）。该枪还采用装20发枪弹的直形弹匣，与习惯采用弯形弹匣的AK步枪有着明显区别。可能是因为性能优异的TKB–0116步枪需要采用特殊生产工艺，苏联国防部鉴定委员会在小口径步枪竞标中还是放弃了它，继续选择更具继承性的卡拉什尼柯夫的方案，这就是后来的AK–74小口径突击步枪。



▶最后参赛的一款TKB–0116突击步枪

不过TKB–0116步枪的故事并没有结束。作为今后轻武器研发的技术储备，1979年，苏军导弹–炮兵总局开展代号为“阿巴坎”的武器研发竞赛，主旨是推出一款更有发展前景的陆军用5.45毫米突击步枪，作为AK–74的接班人。这场竞赛分多个阶段进行，图拉、科夫罗夫和伊热夫斯克等地的轻武器设计局都参加了。斯捷奇金的参赛产品是在TKB–0116基础上修改来的TKB–0146突击步枪，该枪罕见地比照无托式方案设计，显著缩短了枪身，并且有三种发射方式，即单发、连发和点射。

据斯捷奇金介绍，TKB–0146步枪的许多零部件都是冲压制成的。他和同事们在步枪上首次融入了“移动式后坐力脉冲”原理，较好地解决了后坐力问题，避免枪管扬起的弊病，大大提高了步枪的稳定性与精确性。TKB–0146步枪在高速射击模式下，曾在一分钟内发射600发枪弹，密集度非常高。TKB–0146枪管下还可安装榴弹发射器，枪管上装刺刀。击发机械装置安装在枪身顶部，枪膛内设计两个燃烧室。另外，他还设计了点射模式，几乎瞬间击发出两发枪弹，提高杀伤力。斯捷奇金认为，这种点射方式还能大幅提高火药利用效率，因为枪弹接续射出时，其原理类似于齐射。试验证明，点射时两发枪弹可以同时击中目标，几乎是从同一个弹孔射入。

遗憾的是，直到1998年斯捷奇金退休，他都没能看见自己心爱的“孩子”——TKB–0146突击步枪取代AK家族，很大原因不是技术欠缺，而是军方和国家都没钱，不过斯捷奇金并没有抱怨，他在评论自己的一生时说：“总的来讲，我的一生是成功的，甚至可以说是幸福的。周围有许多好人、好同事，有个好家庭、好工作。并不是所有人都这样……”退休后，有着枪械大师“职业病”——耳聋的斯捷奇金最大的业余爱好是钓鱼，还喜欢听一些少年时代常听的歌曲。2001年11月28日，斯捷奇金在图拉市去世，享年79岁。

[编辑/何懿]

『红旗』5号导弹的故事

[文章编码0118]

秋风萧瑟落叶纷纷，一个深秋的下午，记者登门拜访了陈赓大将的长子—原航天科工集团二院研究员陈知非老先生。



讲述者/开国大将陈赓长子
陈知非
文字整理/本刊记者 林儒生

1

[陈老今年八十有三，历经沧桑。当记者希望陈老谈一下自己的历史时，他首先深情地回忆了他的生母——陈赓大将的结发妻子王根英烈士。]我母亲出生在穷苦人家，8岁时就随表嫂到纱厂当童工。11岁时开始在日商恒丰纱厂做工。16岁时就和我大姨王根妹到英商怡和纱厂上班。那日子苦得没法，你如果看过夏衍先生的短篇小说《包身工》，那就是我母亲当时生活的写照。哪里有压迫，哪里就有反抗。1924年母亲加入共青团地下组织，1925年上海爆发震惊全国的“五卅惨案”，八十万产业工人罢工，我母亲也拒绝了洋工头的威胁利诱，领导了怡和工厂的罢工。1926年上海工人起义后，我母亲曾任上海市政府委员。她和我父亲是在工厂夜校认识的，当时我父亲正在上海搞地下工作。他们于1927年经周恩来、邓颖超介绍在武汉结婚，我是1929年出生的。

我母亲随我父亲离开上海以后，我留在上海跟我外祖母一家生活，到1946年才回到我父亲身边，所以我的上海口音这样重。而我亲爱的母亲早在抗日战争中就牺牲了。母亲走后，我先上了两年教会学校（免费），后来太平洋战争爆发以后，教会学校关门了。为了维持生计，我在纱厂打零工，负责跑腿送信，因为当时工厂没有电话，老板有什么事，就叫我跑去通知，来了客人，我还负责沏茶倒水点烟啥的，有点像当时上海西餐厅的BOY（侍应生）的意思。后来我父亲以为我真是BOY，所以1946年我到他身边后，有一次他很认真地准备了一些原料，让我替他做回西餐，当我说不会时他还训我，可我说出实情后，他难过地摇了摇头。除了在纱厂打零杂之外，卖报纸、擦皮鞋我也常干。

2

1946年末，我和小姨王璇梅一行经三个月的艰苦跋涉，到达了山西沁源和父亲见了面，那时他已经和傅涯妈妈结婚了。傅妈妈很疼爱我，父亲更是如此，吃饭睡觉都和我在一起，晚上还经常起来为我盖被子。疼爱的同时，父亲也对我未来的前途很关心。依我的本意，是想继续从事美术工作，因为在上海时，舅舅教我画画，我画得也很不错了，所以很想在这方面发展。再不行，就到部队当通讯员。对于这两点，父亲开始同意，后来变卦了，他认为以后仗不能打多久了，国家要大规模建设，需要许多工程技术人员，所以让我到范文澜先生办的“北方大学”学理工，我完全同意就去了。在上海我只是小学生水平，上大学极为困难，但我克服一切困难，发奋学习，父亲也经常来信鼓励我，我需要什么东西，他会尽快满足我的要求。1949年后，“北方大学”迁到北京，就是现在的北京理工大学（北京工业学院）。1952年我大学专科毕业后，分到沈阳工作，当时长春一汽正在筹建。后来上级又让我和其它技术人员到苏联莫斯科的高尔基汽车制造厂实习了一年，学习当时苏联先进的自动多轴多工位机床技术。回国后，在一汽工作了一段时间。

1961年3月16日父亲逝世以后，聂荣臻元帅曾经派人就工作问题征求过我的意见。我讲希望能到军工厂去，专门从事国防尖端武器研制工作。后来决定让我到国防部五院（导弹研究院）从事这方面的工作。

当时五院正在从事仿制苏制“萨姆”-2（国产代号为1059）的工作。钱学森院长号召全体人员要对仿制产品进行所谓的“反设计”工程。通过在吃透现有图纸资料的情况下，考虑人家为什么要这样设计这样做，人家的设计思想是什么，举一反三获益无穷，从而为日后独立研制打下坚实的基础。老一辈五院人之所以能在国内外极为困难的条件下，做出骄人的成绩，与当年在钱学森院长指导下打牢基础的工作是分不开的。

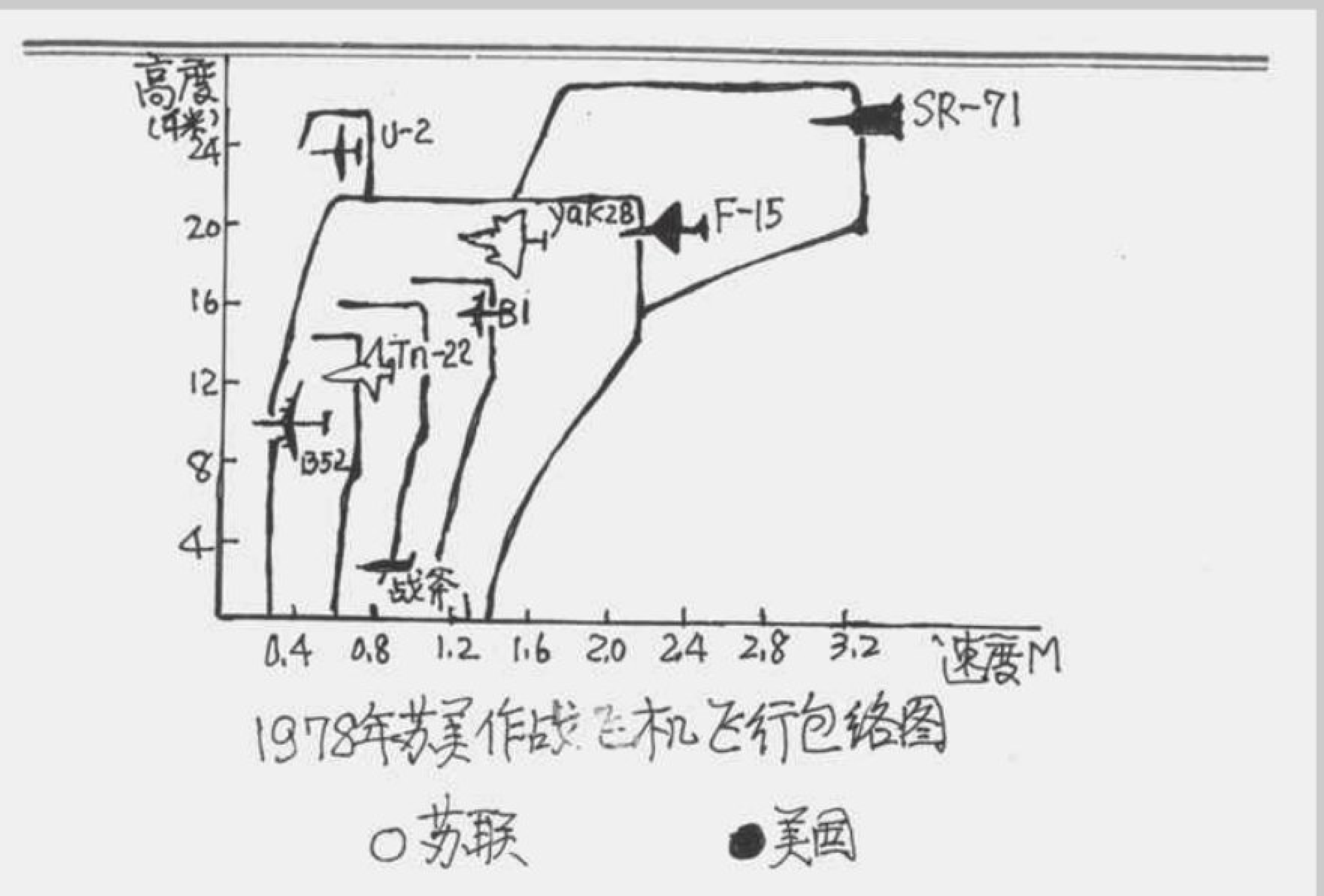
3

1965年，根据当时国防科工委主要负责人罗瑞卿大将的决定，我们从事地空导弹研制的所有单位都迁往上海。当时我在20所，所长就是后来二院的刘从军院长。客观地讲这一举措后来证明不利于研制工作。1980年以后，二院又全体迁回北京就是一个证明。

在上海我主要从事地空导弹的地面设备研制生产，先后为“红旗”-1、2、3及“红旗”61搞出了相应的地面设备。其中履带式“红旗”61导弹三联装发射车系统，曾被推荐参加国家科技发明奖。当年我参与研制的一些型号的地空导弹也都陆续入役为保卫祖国领空做出了贡献。这是我很欣慰的。

但凡事都有正反两面，在我的研制生涯里最让我深感遗憾的是“红旗”5号













1、陈老（左二）与陈赓（左四）、陈锡联（左三）在颐和园
2、记者根据陈老笔记重新绘制的苏美作战飞机包络图
3、陈老亲手绘制的描写母亲王根英领导英商怡和纱厂工人罢工的图画
4、“红旗”5号地空导弹模型
5、陈老在苏联时的照片
6、1951年“五一”国际劳动节陈老（左二）在莫斯科红场参加游行

地空导弹的夭折。今天你来采访我，那我就讲给你听听。

4

1976年“四人帮”垮台后，从事地空导弹工作的广大技术人员情绪空前高涨，他们在“文革”期间看到苏美两国的导弹都有很大发展，对“文革”中的派性斗争都已厌烦，大家都急于想为我国导弹事业做一些工作。

当时在北京成立了八机部专管战术导弹。1976年叶正明同志由上海调来八机部任型号室主任。他首先组织了调研组，花了一年多时间，对美苏两国的导弹性能和发展情况，以及国内设计队伍和工业水平作了详细的调查和研究。

1978年4月八机部型号室召集上海和其它各地从事地空导弹型号的技术人员54人，部队、空军研究所5人，炮兵2人，集中在上海附近的常熟县第一招待所，召开“红旗”5号地空导弹方案论证工作会议，前后共三个多月。

会上先由调研组介绍：

（一）美苏两国空军，特别是两国战略轰炸机、歼击轰炸机、地空导弹、飞航式导弹等各种飞行器的战术性能，及其作战方式和数量等的详细资料。

（二）美国“爱国者”导弹的研制过程，弹体结构，战术技术性能，制导系统，相控阵雷达工作原理，地面设备等的资料。

（三）国内工业水平的调查资料，并在会上展示了称之为苏美飞机飞行包络图。

在会上大家一致提出：必须用我国较落后的技术打击苏美两霸先进飞机。

通过对美苏二国的敌情分析，我国当时的地空弹（红-61与红-2）都不能满足作战要求。美自越战以后，其战机的机动性、抗干扰性都有很大提高，并且空地导弹等都在防空火力范围以外低空攻击。

所以与会者一致认为，必须要研制出具有中国特色的，高性能的中低空地空弹——“红旗”5号。

全体与会人员分组后，经二个多月的繁重工作，加班加点，定出了弹体气动外形，主要战术技术性能，制导方式，部队编制等，写出了“论证报告”，并按比例缩小做出导弹和雷达车、发射车模型向当时的国防工业办公室汇报。

我当时参加地面设备小组讨论，根据回忆“红旗”5的导弹系统大致情况如下：

（一）弹体和概况

弹长——6.8米

弹径——0.47米

翼展——1米

重量——1 330千克

作战斜距——35~50千米

作战高度——500~18 000米

动力装置——双推力固体发动机

最大飞行速度——5~6马赫

可使用过载——高空5~8g，低空20~25g
制导方式：主要为复合制导
（1）复合制导（对付歼击轰炸机、战略轰炸机）
（2）全程末制导（对付歼击轰炸机）
（3）全程中制导（拦击空地导弹）
（4）电视红外制导（拦击空地导弹）
对付目标数：可同时制导三发导弹，并继续跟踪和照射其它导弹群和机群。导弹尾部装有光电管便于光学跟踪。
二、三发导弹杀伤概率大于90%，发射间隔——4秒。
战斗部重——100千克，威力半径——30~40米。

（二）导弹发射车

履带车装有二发“红旗”5号导弹和发射筒，第二阶段将改为四连装。两弹中间有主指令天线和电视摄像机，在发射时升起。发射架方向转角360°，高低俯仰角为75°。展开和撤收时间为15分钟，导弹装填时间为2~5分钟。在电视摄像机前部，装有全自动双管高射机枪一挺。履带发射车行军高度为3米，车长7.5米，宽3米。

（三）相控阵雷达车（目标导弹跟踪照射雷达车）

在履带车上装有相控阵天线，直径为2.5米，它含有1 000个天线单元，阵面上有敌我识别天线阵。由于当时我国铁氧化体移相器等制造技术落后，所以叶正明同志决定对雷达加以机械扫描以补充电子扫描的不足，至第二阶段再达到美“爱国者”雷达的水平。天线阵可以在方位上360°回转，阵面斜度为60°。

最大发现目标距离大于100千米，稳定跟踪距离大于80千米，目标反射面积2米²，展开撤收时间15分。

（四）辅助雷达（目标搜索跟踪照射雷达）

本雷达最大发现目标距离大于90千米，稳定跟踪距离大于51千米，置于下部长方形抛物线为跟踪照射雷达天线，它们都可以在方位上360°回转.车内与雷达天线同轴转动的有一台红外与光学目标导弹跟踪仪，光学发现目标距离30~35千米，对导弹跟踪距离20~25千米，指令传输距离大于31千米。

5

由于“红旗”5号地空导弹的攻角要求在30°以上，而701所的FD-06风洞工作范围是从0°~20°的，所以不能吹风试验。后来型号组的同志们群策群力，制造了一台大攻角的吹风机构，获得了成功，当时八机部科技局的刘正栋局长也来到现场，对我们的工作给予了充分肯定。该机构经过了20多次吹风试验，获得了大量宝贵的“红旗”5号气动参数，为导弹研制解决了重大问题，并获得了当年（1981年）的国防科技二等奖。接着型号室又重点进行了相控阵雷达和双推力发动机的研制工作。

那时，刚打倒“四人帮”不久，同志们心气很高，都想尽快搞出一个象样的“东西”来。白天干不完，就晚上加班，上边发点加班费，同志们就凑到一块儿，到县城的小饭馆撮一顿，打打“牙祭”。

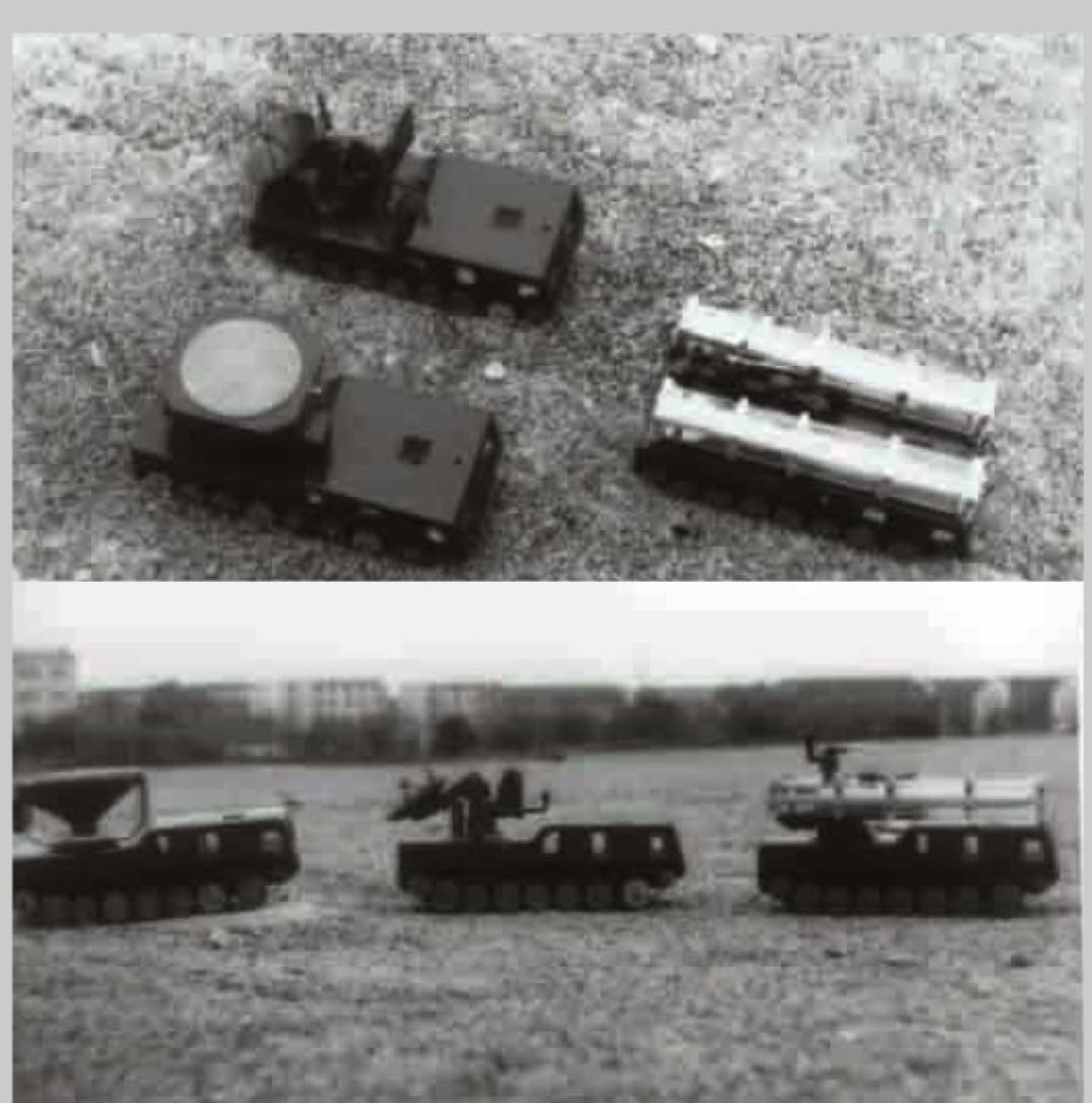
“红旗”5号地空导弹是一集高科技为一体的系统工程，需要设计、科研、生产部门齐心协力共同攻关才能完成，尤其是论证设计完成之后，生产厂家能否生产出符合技术要求的零部件就是关键一步了。

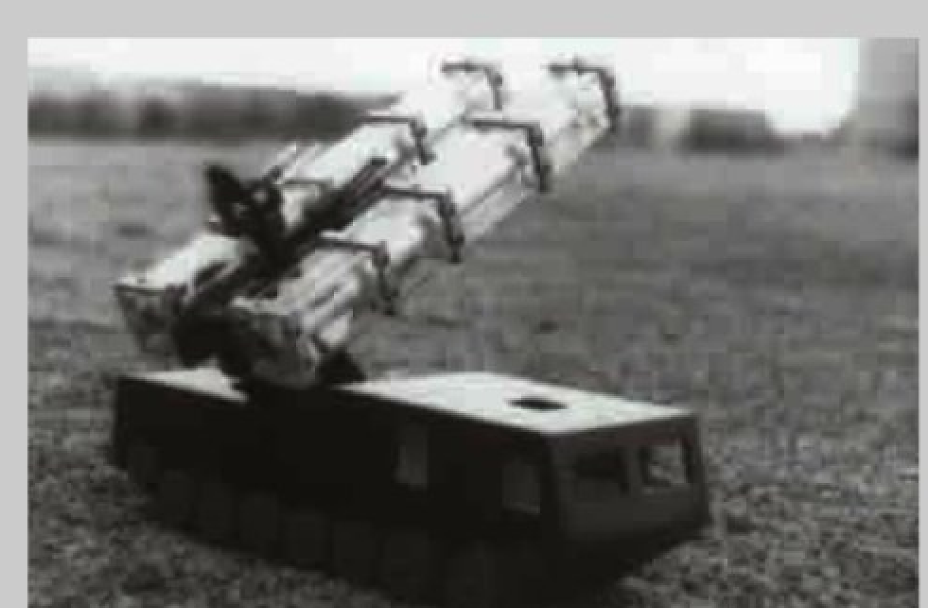
型号室在叶正明同志的主持下，确定各个生产厂家分片包干的办法。对确有克服不了的困难，在规定时间里完不











1 2
3 4 5

1、“红旗”5号相控阵雷达车模型
2、“红旗”5号辅助雷达车模型
3、陈老研制的可实行30°角吹风试验的机械臂
4、“红旗”5号系统布阵图模型
5、“红旗”5号双联装运输发射车模型

每月1日出刊

给军事科技以文化色彩

《兵器知识》

国家邮政集团"中国邮政发行畅销报刊"
新闻出版总署"双奖期刊"
新中国60年有影响力的期刊
第二届出版政府奖期刊奖提名奖
兵器工业集团公司优秀期刊



玩转你的兵器魔方

2012年·月刊·全彩88页

广告招商:010-68962723
邮购咨询:010-68962716
网上订阅:www.bingqizhishi.com
官方微博:weibo.com/bqzs



▶陈老主持设计的履带式"红旗"61地空导弹发射车

成任务的,则变通一下。如根据美国"爱国者"相控阵雷达天线所采用的电子扫描雷达有1 000个扫描单元,而承接雷达研制的上海有线电厂讲他们厂目前还生产不了电子扫描单元,只能生产有机械扫描单元60个单元的天线。叶正明当即决定为"红旗"5号配备两套雷达:一套是立足现有基础采用机械扫描方式,另一套积极研制电子扫描单元的天线。"红旗"5号导引头的制导装置由上海新华机器厂试制;发射架、弹体战斗部、无线电引信由新江机器厂制造;固体发动机由21所试制;自动驾驶仪由上海广播器材厂研制;履带式发射车由哈尔滨647厂制造。其余还有中央控制指挥车、装填车、电源车等十几部辅助车辆也都有了着落。时间久了,具体情况我也忘了,就不一一和你唠了。

6

按照当时的计划,到1985年时完成第一阶段计划,制造出样弹,完成初步试验发射;到1990年,完成批量生产,基本达到"爱国者"最初型号的技术性能,并装备部队。

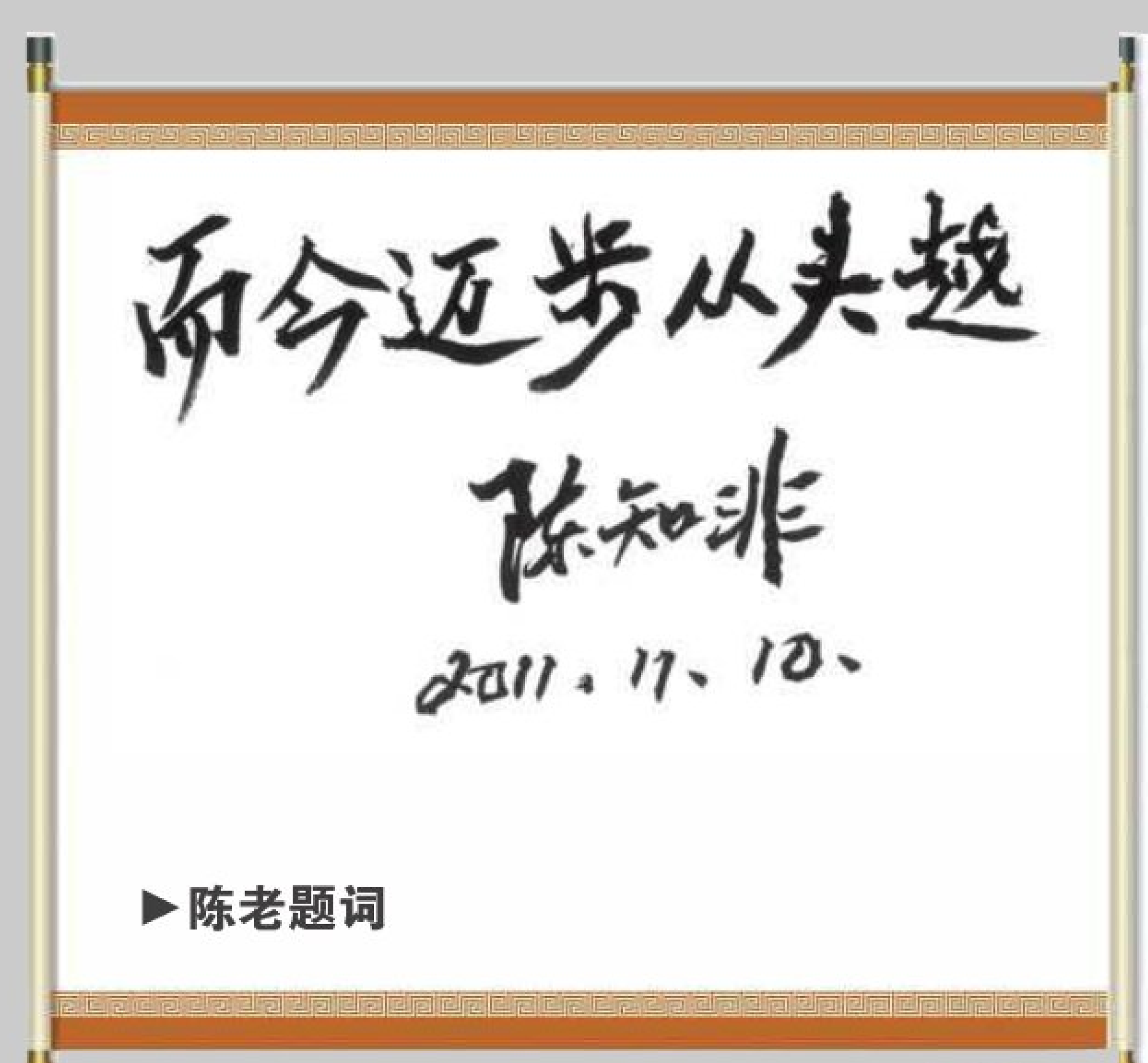
但在这期间发生的两件事,人为地扼杀了"红旗"5号地空导弹的研制。当时叶正明同志根据设计工作的实际需要,向国家人事部提出从全国各地抽调三十名科技人员的要求。人事部回答:"调人不许指名道姓",使这件事搁浅。后来八机部被七机部合并,"红旗"5号型号室也被迫解散。叶正明同志提出愿意去七机部二部(即现在的航天部二院)继续搞"红箭"5号,型号室的同志也都愿跟着去,但七机部却主张由二部自己搞。至于以后搞得怎么样,二十多年过去了,我就不清楚了……

讲到这里,陈知非老人停顿好半天,无可奈何地摇了摇头,记者也"识趣"地"单方面"结束了采访。

[重庆警备区原副司令员陈知建少将为本文的采访提供了很大帮助,在此一并致谢!]



▶陈老与本刊记者合影



▶陈老题词

87.
获得更多兵器知识最新期次请访问 杂志惠 http://www.zazhihui.cc/

主持人 / 祝 翠　原文 / Nick Brown

战术遥控空中弹药

Tactical Remote Aerial Munition



美国达信防务系统公司正在继续进行“战术遥控空中弹药”的研发工作，并等待美国陆军和美国特种作战司令部的进一步信息以决定是否继续。

“战术遥控空中弹药”是达信防务系统公司为“致命性小型空中弹药系统”项目而推出的。它由一枚改进型40毫米高爆破片杀伤榴弹和Prioria机器人公司研发的“小牛”微型无人机组合而成。“小牛”微型无人机已经提供给加拿大军队。

40毫米高爆破片杀伤榴弹的战斗部经过改进，主要是加长弹体以容纳更多的破片。

“战术遥控空中弹药”的设计特点是，战斗部安装在无人机头部，其后为光电/红外传感器系统。无人机既可手持发射，也可用压缩空气发射系统发射。

无人机的机身和尾部用碳纤维材料制成，机翼用碳纤维材料与织物混合而成。采用推进式螺旋桨结构的电动机为无人机提供动力，续航时间约一小时。无人机由标准无人机控制装置进行控制。然而随着项目的推进，达信防务系统公司将考虑其它选择。

战术遥控空中弹药的主要优点是能够起到情报、监视与侦察的作用，一旦确认目标，就可迅速地攻击目标。目前对付的典型目标是位于开阔地带的人员和轻型车辆。

无人机通过巧妙设计可折叠缩小，并可装入直径为150毫米的管内。

2011年5月，研究人员在犹他州杜格威试验场进行了惰性和实弹战斗部的测试，用户观摩了测试情况。

Textron Defense Systems is continuing with the development of its Tactical Remote Aerial Munition (T-RAM) and is awaiting further information from the US Army and US Special Operations Command (SOCOM) before progressing.

T-RAM is Textron's offering for the Lethal Miniature Aerial Munition System (LMAMS) programme. It combines a modified 40 mm high-explosive (HE) fragmentation grenade with Prioria Robotics' Maveric mini unmanned aerial vehicle (UAV), which has been supplied to the Canadian military.

The 40 mm HE fragmentation warhead has been modified to incorporate more fragments, principally by making it longer.

The T-RAM's design features the warhead mounted in the nose of the vehicle and the electro-optical/infrared payload mounted further back. The vehicle can be launched either by hand or from a compressed-air launch mechanism.

Carbon fibre is used in the fuselage and tail of the air vehicle and the blended wings combine the carbon fibre with cloth webbing. An electric motor in a pusher-propeller configuration powers the vehicle and provides an endurance of about one hour. The vehicle is controlled via the standard UAV's unit, but Textron will examine additional options as the programme moves forward.

A key advantage of the T-RAM is its ability to operate in an ISR role and then immediately prosecute a target once identified; currently targets are typically personnel in open spaces or light vehicles.

The design of the air vehicle enables it to be collapsed and carried in a six-inch (15 cm)-diameter tube.

Tests with inert and live warheads were conducted in May at the Dugway Proving Grounds in Utah, observed by customers.



让火炮摧毁一切

《坦克世界》自行火炮战术杂谈

游戏官方网站：http://wot.kongzhong.com

《坦克世界》是以二战为背景的的坦克对战游戏，玩家在游戏中操纵的车辆主要有坦克（重型、中型和轻型）、自行反坦克炮和自行火炮三种。坦克和自行反坦克炮的操作有相似之处，它们之间的差别就是自行反坦克炮的炮塔一般不能转动。但在游戏中自行火炮的操作方法是完全不同的，一个坦克/自行反坦克炮玩家在开上自行火炮时，往往要花费不少时间熟悉自行火炮的操作方法。本文就简要介绍一些自行火炮的战术和操作技巧。

【俯瞰战场的“上帝之眼”】

在二战期间，摩托化、机械化较为完全的陆军，不但装备了大量的坦克、自行反坦克炮和装甲车，其机械化部队中也开始装备一部分履带式自行火炮。尽管由于成本的原因，二战战场上出现的榴弹炮大多为牵引式，履带式自行榴弹炮的装备比例不高，但其在战争中获得了高度的评价。没有自行榴弹炮的战场是不完整的，这也是Wargaming工作组最终将自行榴弹炮作为游戏中主要车辆之一的原因。

之所以说自行火炮的操作方式与坦克/自行反坦克炮完全不同，是因为自行火炮有一个独特的俯瞰视角，玩家的俗称是“上帝视角”。自行火炮在进入战斗之后，玩家按下shift键，游戏画面就会从第一人称视角切换为俯视战场的视角，火炮的射击落点区域是一个椭圆或圆形区域，从玩家的火炮到圆形区域的中心有一条连线，表示火炮炮弹的飞行轨迹。玩家通过移动鼠标来移动画面，将椭圆形区域瞄准目标开火。



自行火炮独有的上帝之眼

自行火炮在性能上，也与坦克、自行反坦克炮有着很大的不同：

1，自行火炮的火炮威力最高，一般远远超出同级别的坦克、自行反坦克炮。不过，自行火炮一般只使用高爆榴弹攻击，即便有的自行火炮可以购买、装载穿甲弹，但由于自行火炮的精度问题，穿甲弹的使用频率也不高。

2，自行火炮在游戏中防护最为脆弱，因此通常不能冲到第一线作战。此外在开局等候的时间里，要迅速察看有利于自己藏身的地方，开局后立即进入位置。



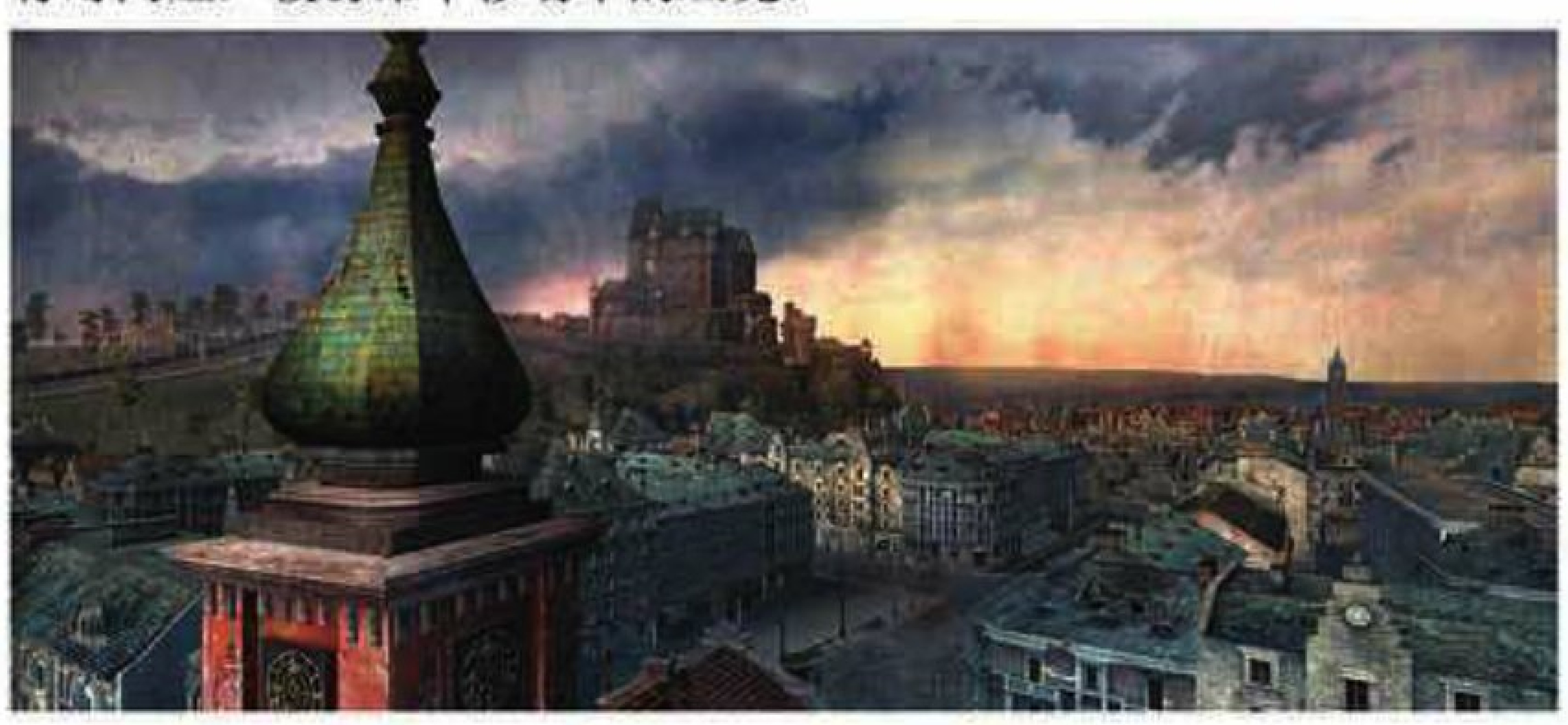
高爆弹是自行火炮的主要选择

3，自行火炮拥有非常远的射程。各国的自行火炮，从5级（德国的“野蜂”、美国的M41、苏联的SU-8）自行火炮开始，其有效射程就基本覆盖全地图。而德国的自行火炮是个特例，该国的自行火炮从4级（“蟋蟀”）开始，射程就基本覆盖全地图。因此对于5级及以上的自行火炮，一般来说战斗开始后原地不动按下shift，就可以将对方战线纳入射程。不过从战场生存的角度出发，建议玩家还是在战斗开始后，在附近找一些不引人注意的草丛、树丛隐蔽起来，这样既不影响开炮，在战斗开始后万一敌方侦察车前来突袭，也还有一些转圜的余地。


开局寻找掩蔽是好习惯

4，自行火炮的射速慢，瞄准速度慢，高级的自行火炮口径越大，射速越慢。5级自行火炮安装的是150-155毫米榴弹炮，射速3-4分/发，最大口径的240毫米榴弹炮射速仅为每分钟1.4发。在自行火炮转动车体时，火炮的准心会严重发散，需要好几秒的时间才能回复到最适合精确射击的状态。

5，自行火炮具有一定的曲射能力，但对于大起伏地形或城市地形，火炮仍然有很严重的死角。一般来说，自行火炮的初速越高，弹道越平直，就越不容易打中反斜面位置的敌人，但是初速高的火炮炮弹飞行时间短，较易命中移动中的坦克。


城市战让自行火炮“无用”

【自行火炮的操作技巧】

玩家如果走上了自行火炮的“道路”，应该在战斗中掌握以下技巧：

1、熟悉每一个战场的地形，这一点自行火炮玩家要比坦克、自行反坦克炮玩家更严格。哪些区域有房屋、哪些区域有坡度、哪些区域有峡谷、这些地形坡度如何、火炮能不能直射坡底……这些都要搞清楚。此外，还要找到战场上适合火炮隐藏的地方，一是给自己找一个隐藏之处，二是猜出对方自行火炮的藏身所在。

2、自行火炮的发射阵地要做到视野开阔，所以应该在相对位置较高的低洼处，通俗点儿就是在高处找一个浅坑，坑的深度略低于火炮高度最佳。不建议占山或坡度较大的高点，因为很有可能你还没爬到半山腰，就被敌人的先头部队干掉了。对于巷战地图，应该占据在火力覆盖面大一些的地方，最好能覆盖两条以上街道，但是不能是前后两条，不然会形成腹背受敌的局势。在《坦克世界》中有一些几乎全是城市的战场，如果进入这样的战场，自行火炮不妨不开shift俯视模式，将自己作为一辆自行反坦克炮（当然，你基本无防护）冲上去作战。


240mm榴弹炮的参数

3、最好不要攻击正在和我方肉搏的坦克，很容易敌人没事，却把自己人干掉了。此外，不要大范围地转移炮口，这会使炮口准星变得非常大。小提示：按下X键可以锁定自己火炮的车体，使其不因为自己的误操作而胡乱转动，这样可以避免准星突然变大。如果已经瞄准好目标，需要转动炮口时，使用左右方向键，已经缩小的瞄准圈不会再次变大，但是用炮带动车身转动，需要重新等待圈子缩小。

4、要随时观察小图，看有没有敌人靠近。如果自己附近出现了表示敌人的红点，就必须果断按下shift，取消俯视模式，并密切注意战场态势。如果敌方突入的坦克很快被消灭，那么你只需要转移一个发射阵位就可继续打开俯视模式，如果敌方的坦克进入了离你很近的区域，就要直接瞄准对方坦克，争取一炮将其击毙。


加装配件让战车更凶狠

5、还需要学会揣摩对手的心理。如果双方的自行火炮对战场地形都非常熟悉，那么在挑选发射阵位的时候就是一个揣摩心理的较量。A地点是最适合自行火炮发挥火力的地点，那么我要不要转移到那里？B地点是对方自行火炮最佳的蹲坑地点，对方的火炮会不会在那里？要不要对那块敌方盲射打上一发？自行火炮对经验丰富的坦克玩家也是一个揣摩心理的较量。这个路口，对方的重型坦克会不会从这里经过？如果从这里经过，那么我就把准星锁定在这个路口守株待兔。对于重型坦克来说，藏身在建筑后面的时候也要猜：对方那门203毫米的自行火炮，炮口会指向哪里？综合战场的态势，如果能够确定对方的自行火炮炮口肯定不指向我这里，那么就可以果断冲出去。


美国的8级火炮——T-92

【小提示】

《坦克世界》在国内的运营由空中网独家代理，玩家可登陆wot.kongzhong.com注册账号和下载游戏。进入游戏之后，账号里有免费赠送的美、苏、德三国1级轻型坦克各1辆，玩家可自行决定采用哪国的坦克作战。无论坦克还是自行火炮还是自行反坦克炮，都是从这辆1级轻型坦克开始升级，具体怎么安排升级，可点击主界面上的“升级路线”进行对照。



坦克战争等你体验

空中网 kongzhong

编读问答

熊仔学长：请问有源相控阵雷达和无源相控阵雷达的区别，据说有源的较先进，是否？

小编：你好，要回答这个问题必须要先明白什么是相控阵雷达。相控阵雷达是上世纪六十年才问世的一种雷达，它的天线是用几百几千甚至上万个辐射单元排列组成，用电子计算机控制天线阵的移相器，改变阵面上的相位分布，使发射机发出的波束在空间扫描，而天线则固定不动。其波束移动速度比一般机械扫描天线要快百万倍以上。但扫描范围有限，一个平面天线阵的扫描范围通常在90°×90°的立体角内。相控阵雷达工作状态的选择、转换和目标识别也靠电子计算机全程控制。这种雷达具有大功率、远距离、高数据率、高精度和多功能与同时对付多批目标的能力。大型相控阵雷达能同时测出2 000个以上目标，并同时精确跟踪200个以上目标，并具有自适应力和高可靠性。早期的相控阵雷达体积庞大，造价昂贵，主要用于弹道导弹预警等，近些年随着微电子技术发展的突飞猛进，相控阵雷达已经大大“减肥”了，所以才能用在作战飞机和导弹上。以上我们解读的就是有源相控阵雷达，因为它需要有复杂的发射机装置发出电磁波，而发射机的磁控管则是整个雷达的心脏，技术要求很高。而无源相控阵雷达则只是被动接收其它源反射的微波能量而探测目标的雷达，它可以避开干扰，不会受到反辐射导弹的攻击，并且重量轻，可靠性高等，但从作战使用范围，研制科技难度上要比有源相控阵雷达差一些，现在高性能战斗机导弹上使用的也较少。

微博互动

欢迎读者朋友在网上与我们沟通和交流！您感兴趣的话题，您的评文评图，将是我们的工作动力。

《兵器知识》官方微博：weibo.com/bqzs

《兵器知识》主编瞿雁冰微博：weibo.com/qyb2011

试卷高手

HOW SHARP ARE YOU

想让别人相信你是兵器知识的路路通？先别急，来做做下面的考卷，然后你就知道自己是兵器知识的试卷高手，还是撕卷高手了。

一、填空题

① 以飞机飞行速度、高度或过载等参数为坐标，有不同飞行限制条件下画出的封闭几何图形，表示飞机飞行范围和限制条件的技术文件叫(　　)

② 飞机发动机在海平面静止条件下，发动机的最大工作状态(带加力的发动机处于全加力状态)所产生的推力与发动机本体结构重量之比称之为(　　)。

③ 现代导弹要想准备击中目标，必须要在精确测定目标的(　)和(　)之后才能击中。

④ 抗日战争中，我国空军对日本本土进行的唯一一次轰炸的是(　)，所以又叫(　　)。

⑤ 世界上第一种多弹头分导式弹道导弹是(　)，该弹于(　)服役。

⑥“太行浩气传千古，留得清漳吐血花。”这是(　　)为悼念在抗日战争我军牺牲的级别最高的将领，八路军副总参谋长(　　)的诗句。

(将本页翻转180°，可见填空题正确答案)

本期答案

一、填空题

本期答案

①飞行包线 ②推重比 ③距离 方位 ④传单 纸片轰炸 ⑤民兵Ⅲ型洲际导弹 1968年 ⑥朱德元帅 左权将军

上期填字游戏答案



搜天下

1:1尺寸复制的清代德胜门城楼古炮

北京　张鸿铨



中国远征军用迫击炮弹卡盘

滇　文



恶魔731细菌部队本部大楼

哈尔滨　文　宣



猜三国

上期三国人物名谜底：高干

本期三国名人谜语：

看彩霞千里

（谜底为一位三国人物名）

2011年第11期评刊结果

A、你最喜欢哪篇文章：

武装直升机的作战

B、你最想点登的话题：

武器毁伤

C、你最喜欢哪幅彩页：

树梢高顶不胜寒

D、你最喜欢哪篇文章的版式：

唐剑军迷堂

2011年第11期 热心读者

上海松江　吴　爽	辽宁沈阳　张　杨
天津和平　吕华山	吉林长春　吕　方
河北石家庄　肖　言	北京海淀　姜可威
河南许昌　曹松贤	山西太原　孙家贤
山东诸城　刘　建	山东青岛　华小佳

ORDNANCE KNOWLEDGE
《兵器知识》2012年第1期评刊表

非常感谢您对《兵器知识》的支持，为帮助我们把杂志办得更好，请填写下列项目(可复制)。

来函请寄：北京2431信箱《兵器知识》杂志社读者评刊组(100089)

编辑短信“兵器知识#+英文代码+文章编码或彩页编码+英文代码+文章编码或彩页编码……”(如“兵器知识#A0101”，A代表“你最喜欢哪篇文章”，0101为文章编码)，或“兵器知识#+留言”，发送至106691600，只需通信费0.1元/次。

每月遴选10位热心读者，并赠纪念品一份。

姓名：________联系电话：________

通信地址：________

邮编：_____电子邮件：________

性别：_____　年龄：_____　受教育程度：______

A 你最喜欢哪篇文章：

B 你最想点登的话题：

C 你最喜欢哪幅彩页：

D 你最喜欢哪篇文章的版式：



1 在天津开发新区举行的世界直升机大会上，我国展出了不少新型直升机，引起国人的关注，那么我国直升机几十年的发展情况是怎样呢？本期军迷堂就是专门向各位读者谈及这方面的问题。直–5是上世纪五十年代从苏联米里设计局引进技术生产的军民兼用直升机，它曾在我国服役了很长时间，而且还作为礼物送给以下哪国领导人专用？

A.越南胡志明　B.朝鲜金日成　C.老挝苏发努冯亲王

2 直–8是我国科研单位在引进法国SA321“超美洲豹”的基础上研制成功的多用途中型直升机，1985年12月首飞，该机最大载重达4吨，目前有多架在我国军民领域使用。那么生产该型直升机的工厂位于我国何处呢？

A.江西景德镇
B.黑龙江哈尔滨
C.陕西汉中

3 直–9是我国引进西方先进直升机制造技术后生产量最大、改型最多、应用最广泛的直升机，该机为轻型直升机，最大有效载荷为1 863千克，时速324千米/小时，我们的问题是该机自哪个西方大国引进？

A.法国　B.意在利　C.德国

4 卡–28“蜗牛”是俄罗斯卡里莫夫设计局制造的舰载反潜/搜救直升机，该机采用独特的共轴式双旋翼布局，性能很优异，有广泛的发展改进前途。我国引进该机是以下何种理由？

A. 随引进俄“现代级”驱逐舰
B.准备仿制生产
C.只为特种使用

5 “小羚羊”直升机是由法国宇航公司和英国韦斯特兰公司联合研制的轻型直升机，它具有多种改型，其中军用型性能优良，上世纪八十年代初，我国曾引进过一批用以对付地面集群装甲目标，那么“小羚羊”所携带的反坦克导弹是什么型号？

A.霍特　B.海尔法　C.米兰

6 S–70黑鹰是世界著名的直升机，性能优异，尤其是在3 000米以上的高原地区上空使用性能更优良，因此我国引进后多用于高原地区的军民用途。在近几年的抗震救灾中表现突出。“黑鹰”是美国西科斯基公司的当家品种，该公司的创始人西科斯基是哪国人？

A.俄罗斯人　B.瑞典人　C.德国人

7 直–11是近些年我国在引进西方技术测绘仿制而成的轻型直升机，目前已有军、民等几种型号投入量产，直–11是仿哪国的技术？

A.意大利　B.法国　C.比利时

8 ECI20“蜂鸟”是我国与法国、新加坡联合研制的轻型直升机，性能堪称世界水平。我们的问题是该机是单发几座轻型直升机？

A.7座　B.6座　C.5座

9 米–17/171是目前我军在役最多的中型直升机。米–171是米–17的出口型号，加大了发动机推力，使其高原性能更加出色。该机的最大起飞重量是多少呢？

A.13 000升克　B.16 000千克　C.18 000千克

10 米–8直升机是米–17的“长辈”，后者是在米–8的基础上改进而成的。米–8问世三十多年了，产量很大用途广泛，使用的国家很多，其性价比一直为各国所称道，俄罗斯出产的各种飞机西方都要给起个贬义的绰号，那么米–8叫什么呢？

A.河马　B.树熊　C.农夫

上期军迷堂答案

1.B　2.B　3.B　4.B　5.B　6.B　7.B　8.B　9.B　10.B

本期获奖读者为河南郑州139····4675、四川成都138····2088。请两位朋友于2011年12月20日前与杂志社（13693316275）联系，以领取您的纪念品。

我们的交流平台是106691600。编辑短信“兵器知识#01+你的答案”，如“兵器知识#01ABCBBACBAC”发送至106691600。通信费0.1元/次。

每月我们将从短信竞答全部正确的读者中，抽取2名读者，各奖励价值200元的进口锌合金苏–27战斗机模型一个。欢迎广大读者朋友踊跃参加！



读览天下网，创造阅读新生活！

海量内容：数万本数字原版杂志、图书，任君选择

方便查找：站内搜索杂志或图书名称，信息即时呈现

购买方便：支持支付宝、拉卡拉、网银、手机等多种支付方式购买

无界阅读： 适配于PC、iPad、iPhone、Kindle、乐Phone、Android系统等多终端阅读

汇集全球资讯，瞬间掌握世界，读览天下让数字阅读生活变得更精彩！

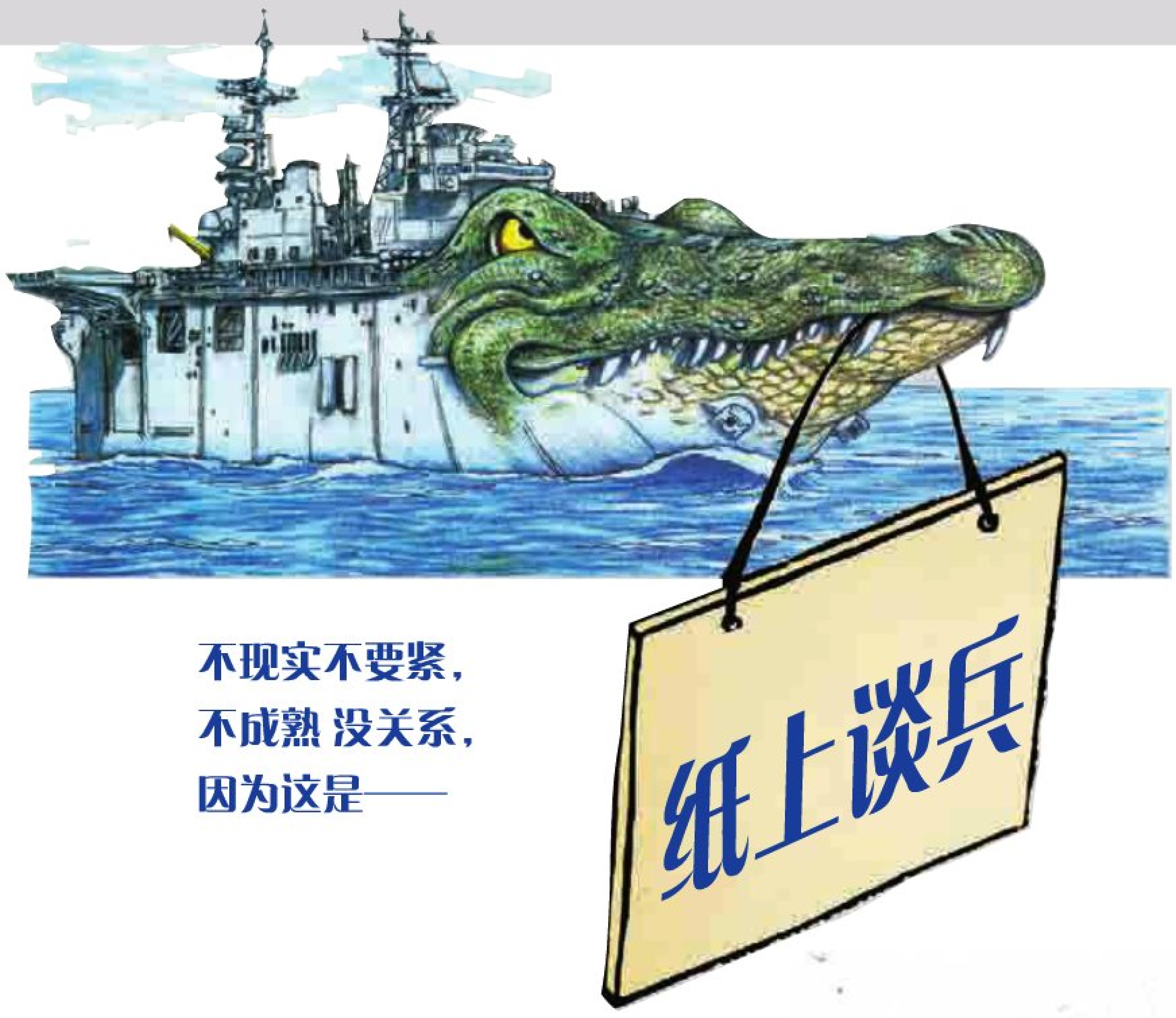
▸ *了解更多详情，请登录* ***www.dooland.com*** *查阅*

读览天下
www.dooland.com

客服电话：400 606 9800
广州：广州市天河区龙怡路117号银汇大厦23层
北京：北京市海淀区中关村大街甲59号文化大厦1107C
电话：010-62515166/5766 传真：010-62515966

读览天下礼品卡请致电：010-62515166-8003

本广告最终解释权归广州华阅数码科技有限公司所有



专家点评

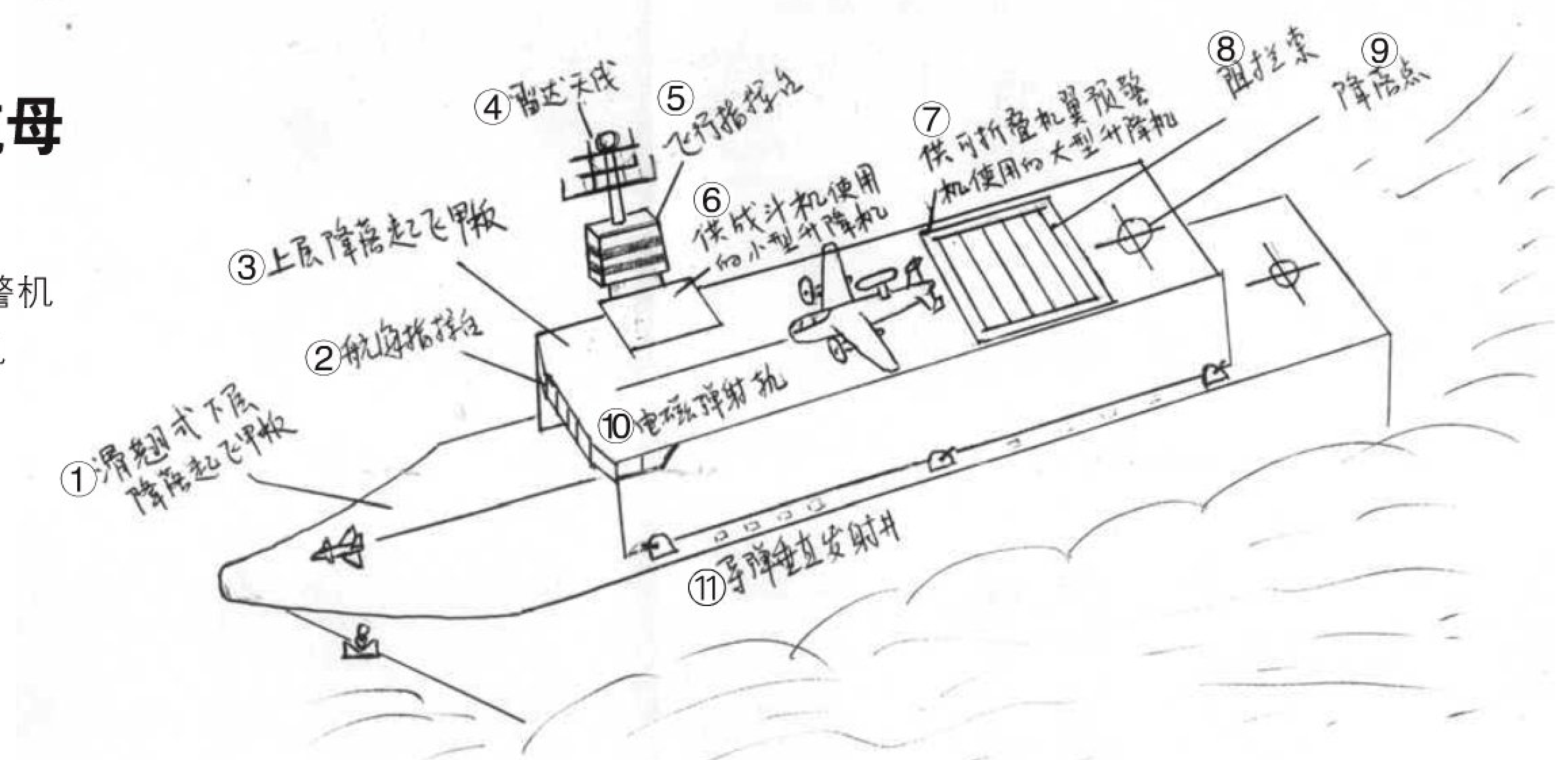
感谢工作在世界屋脊上的程粤东同志对我们杂志的支持和重在参与精神。“扬威”号双甲板核动力中型航母的设计思想比较超前，因为目前世界各国的所有在役在研航母都没有这种双甲板的舰型。这种把电磁弹射和滑跃式甲板相结合的作法很有新意。电磁弹射目前美国基本实验成功，滑跃式也早已应用多年。从图上看，有两点值得商榷。第一，上层甲板的预警机和库放到何处？在上层甲板下面肯定不行，因为机库至少要有十几米高，这样会使航母的高度超标，如果机库在船舱里，那么会妨碍滑跃跑道上的飞机起降。还有就是这种双层甲板对预警机和战斗机的降落的安全性是一个很大的考验，会极大的增加起降难度。（海言）

欢迎广大读者朋友踊跃投稿，稿件通过邮寄或发电子邮件均可。我们的邮箱是：bqzszstb@126.com。对来稿选中见刊者，我们将给予让您惊喜的奖励。

“扬威”号双甲板核动力中型航母

拉萨 程粤东

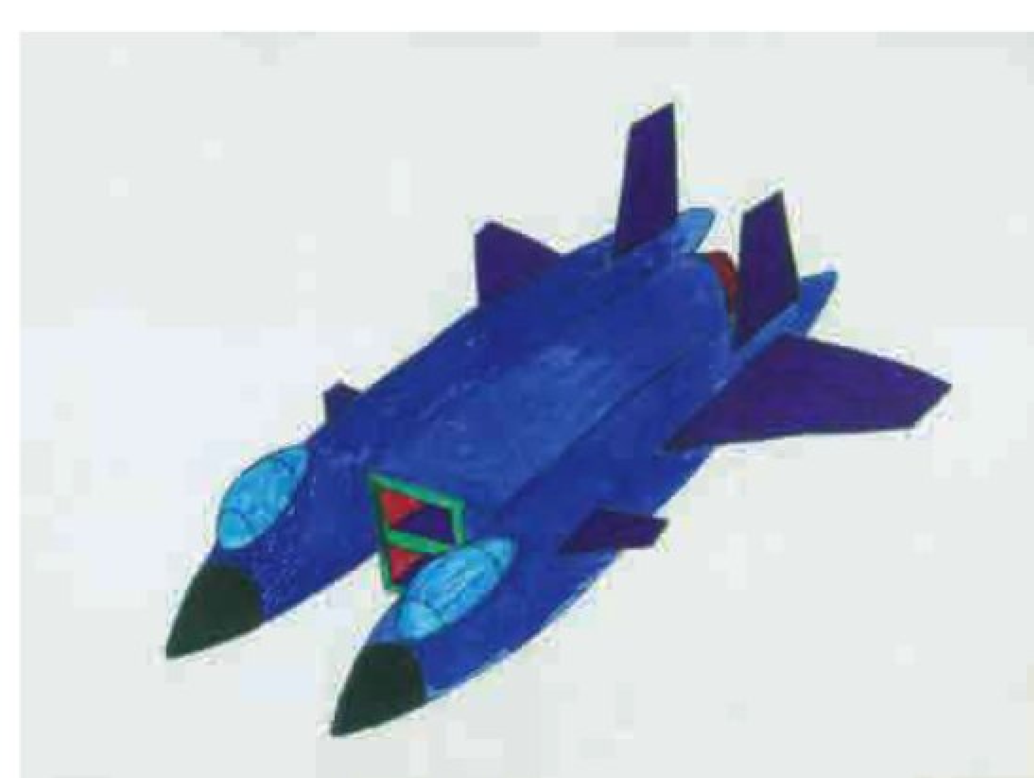
1、滑翘式下层降落起飞甲板
2、航海指挥台
3、上层降落起飞甲板
4、雷达天线
5、飞行指挥台
6、供战斗机使用的小型升降机
7、供可折叠机翼预警机使用的大型升降机
8、阻拦索
9、降落点
10 电磁弹射轨
11、导弹垂直发射井



兵器画



苏联航天飞机『暴风雪号』 昆明 刘思成



歼10改进方案：双机头、双发动机、双座舱、双雷达、舰载机 辽宁 邢宝民

兵迷喜欢兵器，兵迷也喜欢画画，兵迷画画就喜欢画兵器，于是就有了兵器画。每月奉上两幅佳作，欢迎朋友们踊跃投稿——你的画场你做主！

军品模型天地

拼装模型（树脂）
99式坦克（带蚀刻片）（1:35） 138元
中国98（96）式坦克（1:35） 65元
美国M1A1（M1A2）（1:35） 65元
英国挑战II坦克（1:35） 80元
英国AS-90加榴炮（1:35） 80元
歼十A（猛龙）战斗机（1:48） 168元
美国F-22战斗机（1:72） 72元
SU-30（35）战斗机（1:48） 75元
136（168）驱逐舰（1:350） 80元
尼米兹航母（1:500） 145元
密苏里号战列舰（1:350） 145元

军舰、航母、潜艇模型
中国航母（1:350）特价 5800元
中国航母（1:500）特价 3900元
中国航母（99镀金）（1:500）特价 9600元
136/168/170/171（1:300） 1500元
136/168/170/171（1:200） 2600元
基洛级潜艇（1:144） 1600元
中国核潜艇（1:144） 1800元
美国尼米兹级航母（1:500） 1900元



汇款地址：北京市2431信箱兵器知识杂志社发行部 靳旺各（收） 邮编：100089 咨询电话：010-68965316 13501387946
汇款时把姓名、地址、所购货名、联系电话写清楚，以确保及时投递（所有产品免邮费）另有更多产品请发短信索取图册。

这枚挂载在“枭龙”战斗机机翼挂架下的SD-10空空导弹，弹体前部的棕色条状物是引信天线罩，表明该弹是一枚战斗弹。




AVIC

ROK-USA Joint Military Exercise

[彩页编码 0161]

进行了一次联合军事演习，纪念韩国军队建军
假想。图为韩国K1主战坦克发射。



63周年，演习以朝鲜进攻为





戈壁
条件
挥员
然、
了“

随刊附赠［非卖品］
2012年1期
兵器知识

国产新型远程火箭炮部队实弹射击
China New Type Long-range Rocket Gun

摄影 / 吴苏琳

[彩页编码 0162]

2011年11月中旬，西北某地，狂风肆虐、飞沙走石，远程机动而至的兰州军区某新型远程火箭炮部队在大漠深处展开实战化战术演练暨首次实弹射击。在寒潮突至、气温骤降、地面风力接近武器系统使用极限的艰苦和复杂情况下，官兵发扬部队“大炮上刺刀”的光荣传统，精心组织、精确指挥、精密操作、精细保障。指掌控全局把握要点，各战位人员密切协作，以单发、多发和齐射的方式，对数十公里外的目标实施准确、突猛烈的火力突击，充分发挥了远程火箭炮射程远、威力大、精度高、弹种多、突防能力强的特点，充分展示神炮劲旅”克敌制胜的战斗精神和战斗力的跃升。图为新型远程火箭炮以齐射的方式对目标进行火力突击。



随刊附赠［非卖品］
2012年1期
兵器知识



该坦克由BAE系统公司研制，侧面挂的是热电面板，能改变温度使其在热像仪上变形或消失。

［CV90-120T隐身轻型坦克］

杂志惠 www.zazhihui.cc

101.

杂志惠
www.zazhihui.cc

